



**Francisco Manuel da
Silva Rodrigues Maia**

**Estudo do ciclo reprodutor e do crescimento de
Solen marginatus e *Venerupis pullastra* na Ria de
Aveiro. Contributo para a gestão destes recursos
pesqueiros.**



**Francisco Manuel da
Silva Rodrigues Maia**

**Estudo do ciclo reprodutor e do crescimento de
Solen marginatus e *Venerupis pullastra* na Ria de
Aveiro. Contributo para a gestão destes recursos
pesqueiros.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão e Políticas Ambientais, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Carlos Miguel Miguez Barroso, Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

A Meus Avós

o júri

presidente

Professora Doutora Maria de Lourdes Gomes Pereira
Professora Associada com Agregação da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Manuel Carlos Serrano Pinto
Professor Catedrático Convidado da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Cristina de Matos Ricardo da Costa
Professora Auxiliar da Universidade dos Açores

Professor Doutor Carlos Miguel Miguez Barroso
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Doutor Carlos Miguel Miguez Barroso orientador desta dissertação, pela oportunidade e confiança depositadas na realização deste trabalho, bem como por todo o apoio científico, disponibilidade e amizade sempre constantes.

Ao Doutor Serrano Pinto coordenador deste Mestrado, por ter aceite a realização desta tese.

Ao INIAP/IPIMAR agradeço a disponibilidade de todos os meios necessários para o desenvolvimento da presente dissertação.

Aos técnicos do CRIP Centro de Aveiro, Danny Bettencourt e Christian Simões que, de uma forma competente e empenhada, contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Jacques pelo indispensável apoio logístico no estudo do crescimento de *Venerupis pullastra* em cativeiro.

À Dr.^a Maria Antonieta Pimenta pela revisão do texto e sugestões apontadas.

À Joana por toda a amizade, carinho, apoio e visão crítica sempre presentes.

Aos meus pais e irmão por terem estado presentes em todos os momentos, pela força e incentivo transmitidos ao longo deste percurso.

palavras-chave

Bivalves, *Solen marginatus*, *Venerupis pullastra*, crescimento, determinação da idade, ciclo reprodutor, postura, ogiva de maturação, gestão de recursos pesqueiros.

resumo

A Ria de Aveiro, localizada na costa ocidental norte portuguesa, é uma importante zona de exploração de moluscos bivalves. O longueirão (*Solen marginatus*) e a amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*) encontram-se, do ponto de vista sócio-económico, entre as espécies mais importantes da Ria. Contudo, a sobrepesca exercida por pescadores profissionais e por pescadores ilegais tem conduzido a uma aparente exaustão dos stocks. Torna-se assim imperativo a implementação de medidas de gestão e de conservação. Neste contexto, estudaram-se alguns aspectos da biologia das espécies e conceberam-se algumas bases científicas para a gestão destes recursos.

Estudou-se o crescimento e o ciclo reprodutor de duas populações de longueirão e de amêijoia-macha da Ria de Aveiro em 2002 e 2003.

O crescimento e a idade do longueirão e da amêijoia-macha foram estimados com base na leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha e a partir da análise do padrão da microestrutura interna da mesma (técnica da película de acetato). Apenas a técnica da película de acetato apresentou bons resultados para ambas as espécies. As curvas de crescimento de von Bertalanffy estimadas por esta técnica foram as seguintes:

longueirão (*Solen marginatus*) $L_t = 139,9 [1 - e^{-0,30 (t+0,03)}]$

amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*) $L_t = 54,3 [1 - e^{-0,29 (t+0,30)}]$

O ciclo reprodutor do longueirão e da amêijoia-macha foi classificado, após o processamento dos espécimes segundo métodos histológicos clássicos, em seis estados de maturação: (0) repouso sexual, (I) gametogénese inicial, (II) gametogénese avançada, (III) maturação, (IV) postura, (V) pós-postura. A análise do ciclo reprodutor de *Solen marginatus* mostrou que em 2002 a desova ocorreu entre Maio e Setembro, enquanto que em 2003 o período de emissão foi mais curto, tendo ocorrido entre Maio e Julho. *Venerupis pullastra* apresentou um longo período de postura, Março a Novembro. As ogivas de maturação das duas espécies estudadas permitiram estimar o comprimento da primeira maturação. O longueirão atinge a 1ª maturação sexual com o comprimento de 47,7 mm e a amêijoia-macha com o comprimento de 22,0 mm.

keywords

Bivalves, *Solen marginatus*, *Venerupis pullastra*, growth, age determination, reproductive cycle, spawn, maturity ogive, fisheries management.

abstract

The Ria de Aveiro, an estuarine lagoon located in the portuguese north-west coast, is an important area of commercial exploitation of bivalves. The grooved razor shell (*Solen marginatus*) and the pullet carpet shell (*Venerupis pullastra*) are, from an economical point of view, among the most important species in the lagoon. However, the overfishing of these populations, both by professional and illegal fishermen, has leaded to an apparent exhaustion of the stocks. Thus, there is an urgent need for the implementation of management and conservation measures. In this context, it was studied some biological data of the mentioned species in order to established scientific basis for management proposals.

The growth and the reproductive cycle of the grooved razor shell and the pullet carpet shell were studied at Ria de Aveiro in 2002 and 2003.

Shell growth and age determination of the grooved razor shell and the pullet carpet shell were investigated using both surface growth rings and internal shell microgrowth patterns (by the acetate peel method). Only the acetate peel method showed good results for both species. The estimated von Bertalanffy growth curves were the following:

grooved razor shell (*Solen marginatus*) $L_t = 139,9 [1 - e^{-0,30 (t+0,03)}]$

pullet carpet shell (*Venerupis pullastra*) $L_t = 54,3 [1 - e^{-0,29 (t+0,30)}]$

The reproductive cycle of the grooved razor shell and the pullet carpet shell was classified, after processing the specimens through classic histological methods, in six stages of maturation: (0) sexual rest, (I) start of gametogenesis, (II) advanced gametogenesis, (III) mature, (IV) spawn, (V) post-spawn. The analysis of the reproductive cycle of *Solen marginatus* in 2002 showed a spawning period between May and September, whereas in 2003 the spawning period was shorter, occurring between May and July. *Venerupis pullastra* showed a longer spawning period, March to November. The maturity ogives for the studied species allowed us to estimate the length at first maturity. The grooved razor shell reach first maturity at a total length of 47,7 mm and the pullet carpet shell at a total length of 22,0 mm.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE TABELAS	x
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO. OBJECTIVOS	2
CAPÍTULO II – RIA DE AVEIRO: BREVE CARACTERIZAÇÃO	5
2.1 NOTA INTRODUTÓRIA	6
2.2 FORMAÇÃO E EVOLUÇÃO	6
2.3 TOPOGRAFIA E HIDRODINÂMICA	8
2.4 CLIMATOLOGIA	11
2.4.1 <i>Vento</i>	11
2.4.2 <i>Temperatura</i>	12
2.4.3 <i>Insolação e Radiação Solar</i>	12
2.4.4 <i>Humidade Relativa do Ar</i>	12
2.4.5 <i>Precipitação</i>	13
2.5 BIÓTOPOS LAGUNARES	13
2.5.1 <i>Praias e Dunas Litorais</i>	13
2.5.2 <i>Dunas Arborizadas (Mata de S.Jacinto)</i>	13
2.5.3 <i>Sapais e Caniçais</i>	14
2.5.4 <i>Bosque Ripícola e “Bocage”</i>	15
2.5.5 <i>Bancos Intermareais e Salinas</i>	15
2.5.6 <i>Águas Livres e Bentos</i>	16
2.6 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA DOS RECURSOS NATURAIS DA RIA DE AVEIRO	18
2.6.1 <i>Pesca Tradicional Lagunar</i>	18
2.6.2 <i>Piscicultura</i>	18
2.6.3 <i>Apanha de Bivalves, Poliquetas e Gastrópodes</i>	19
2.6.4 <i>Apanha de Moliço</i>	20
2.6.5 <i>Produção de Sal</i>	20

CAPÍTULO III – CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS	23
3.1 TAXONOMIA E MORFOLOGIA	24
3.1.1 <i>Solen marginatus</i>	24
3.1.2 <i>Venerupis pullastra</i>	25
3.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E HABITAT	26
3.3 NUTRIÇÃO	27
3.4 IMPORTÂNCIA COMO RECURSOS HALIÊUTICOS	28
CAPÍTULO IV – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM	33
4.1 ÁREA DE ESTUDO: CANAL DE MIRA	34
4.2 AMOSTRAGEM	35
4.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	37
CAPÍTULO V – ESTUDO DO CRESCIMENTO DE <i>S. MARGINATUS</i> E <i>V. PULLASTRA</i>	39
5.1 INTRODUÇÃO	40
5.1.1 <i>Fundamentos Teóricos do Crescimento</i>	40
5.1.2 <i>Objectivos</i>	45
5.2 METODOLOGIA	46
5.2.1 <i>Caracterização Morfológica das Espécies</i>	46
5.2.1.1 Relações alométricas comprimento/altura e comprimento/espessura	46
5.2.1.2 Relação alométrica peso/comprimento	47
5.2.2 <i>Crescimento Linear</i>	48
5.2.2.1 Crescimento sazonal e validação da periodicidade dos anéis de crescimento	49
5.2.2.2 Crescimento anual	50
5.2.2.2.1 Determinação da idade	50
5.2.2.2.2 Equações de crescimento	53
5.2.3 <i>Crescimento Ponderal</i>	56
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5.3.1 <i>Caracterização Morfológica das Espécies</i>	57
5.3.1.1 Relações alométricas comprimento/altura e comprimento/espessura	57
5.3.1.2 Relação alométrica peso/comprimento	59
5.3.2 <i>Crescimento Linear</i>	60
5.3.2.1 Crescimento sazonal e validação da periodicidade dos anéis de crescimento	60
5.3.2.2 Crescimento anual	62
5.3.2.2.1 Determinação da idade	62
5.3.2.2.2 Equações de crescimento	66

5.3.3 <i>Crescimento Ponderal</i>	75
5.4 CONCLUSÕES	76
CAPÍTULO VI – ESTUDO DO CICLO REPRODUTOR DE <i>S.MARGINATUS</i> E <i>V. PULLASTRA</i>	81
6.1 INTRODUÇÃO	82
6.1.1 <i>Fundamentos Teóricos da Reprodução</i>	82
6.1.2 <i>Objectivos</i>	84
6.2 METODOLOGIA	84
6.2.1 <i>Sex Ratio</i>	84
6.2.2 <i>Ciclo Reprodutor de <i>Solen marginatus</i> e <i>Venerupis pullastra</i></i>	85
6.2.3 <i>Ogiva de Maturação de <i>Solen marginatus</i> e <i>Venerupis pullastra</i></i>	89
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
6.3.1 <i>Sex Ratio</i>	90
6.3.2 <i>Ciclo Reprodutor de <i>Solen marginatus</i> e <i>Venerupis pullastra</i></i>	92
6.3.3 <i>Ogiva de Maturação de <i>Solen marginatus</i> e <i>Venerupis pullastra</i></i>	102
6.4 CONCLUSÕES	103
CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES GERAIS	105
CAPÍTULO VIII – BIBLIOGRAFIA	111
ANEXO	127

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1	Génese da Ria de Aveiro (segundo Oliveira, 1988). (A) - Invasão de vales fluviais pelo mar. (B) - Formação dos cabedelos, cordão litoral e ilhas. (C) - Evolução temporal das várias localizações da barra.	7
FIGURA 2.2	Ria de Aveiro.	9
FIGURA 3.1	Distribuição geográfica de <i>Solen marginatus</i> (Macedo <i>et al.</i> , 1999).	26
FIGURA 3.2	Distribuição geográfica de <i>Venerupis pullastra</i> (Macedo <i>et al.</i> , 1999).	26
FIGURA 4.1	Localização da área de estudo e do local de recolha de <i>Venerupis pullastra</i> e <i>Solen marginatus</i> . (A), Portugal; (B), Ria de Aveiro; (C), Canal de Mira.	36
FIGURA 4.2	Evolução da salinidade e da temperatura da água no local de captura do longueirão.	38
FIGURA 4.3	Evolução da salinidade e da temperatura da água no local de captura da amêijoa-macha.	38
FIGURA 5.1	Esquema representativo da estrutura interna de uma concha de moluscos bivalves (adaptado de Storer & Usinger, 1965 e de Morales, 1983).	40
FIGURA 5.2	O stock como um sistema biológico simples. Factores que contribuem para a variação da biomassa de uma população explorada pela pesca (adaptado de King, 1995).	42
FIGURA 5.3	Representação esquemática das dimensões da concha. (L), comprimento; (A), altura; (E), espessura.	46
FIGURA 5.4	Relação cúbica entre o comprimento e o peso. Quando se duplicam todas as dimensões lineares, o volume (e por consequência o peso) aumenta oito vezes (ou 2^3) (adaptado de King, 1995).	48
FIGURA 5.5	Orientação do corte efectuado na concha do longueirão e da amêijoa-macha.	51
FIGURA 5.6	Indicação da forma como foram medidos os anéis anuais nas conchas de amêijoa-macha e de longueirão.	53

- FIGURA 5.7** Exemplo do diagrama de Ford-Walford e estimativa do parâmetro L_{∞} (dados hipotéticos). **55**
- FIGURA 5.8** Exemplo do método de Beverton & Holt e estimativa dos parâmetros k e t_0 (dados hipotéticos). **55**
- FIGURA 5.9** *Solen marginatus*. Representação gráfica das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E) com a indicação da significância da regressão e representação gráfica da variação do comprimento com a altura e a espessura. **58**
- FIGURA 5.10** *Venerupis pullastra*. Representação gráfica das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E) com a indicação da significância da regressão e representação gráfica da variação do comprimento com a altura e a espessura. **58**
- FIGURA 5.11** *Solen marginatus*. Representação gráfica da relação alométrica peso/comprimento (W/L) com indicação da significância da regressão. **59**
- FIGURA 5.12** *Venerupis pullastra*. Representação gráfica da relação alométrica peso/comprimento (W/L) com indicação da significância da regressão. **59**
- FIGURA 5.13** *Solen marginatus*. Variação sazonal do crescimento dos exemplares com dois anéis anuais de crescimento. No gráfico está indicado ± 1 desvio padrão. **60**
- FIGURA 5.14** *Venerupis pullastra*. Variação sazonal do crescimento dos exemplares com dois anéis anuais de crescimento. No gráfico está indicado ± 1 desvio padrão. **60**
- FIGURA 5.15.** *Solen marginatus*. Variação sazonal do número de indivíduos que apresentam o último anel anual de crescimento a menos de 5 mm do bordo da concha. **61**
- FIGURA 5.16** *Venerupis pullastra*. Variação sazonal do número de indivíduos que apresentam o último anel anual de crescimento a menos de 1 mm do bordo da concha. **61**
- FIGURA 5.17** Microfotografias de réplicas em acetato da concha de *Solen marginatus*. A – Formação do anel anual (associado a uma fissura na superfície da concha); B – Micro-anéis de crescimento; C – Formação do último anel anual de crescimento no bordo da concha; D – Falso anel. Pode constatar-se a súbita

interrupção do padrão normal de deposição dos micro-anéis de crescimento e a inclusão de grãos de areia na matriz da concha. Barras de escala: 200 μm . **63**

FIGURA 5.18 Microfotografias de réplicas em acetato da concha de *Venerupis pullastra*. A – Anel anual, (T_1) zona de abrandamento da taxa de crescimento e (T_2) zona de aceleração da taxa de crescimento; B – Formação doanel anual; C – Micro-anéis de crescimento; D – Ocasionalmente podem surgir duas fissuras durante a formação doanel anual de crescimento; E – Formação de anéis anuais perto do bordo da concha; F – Falso anel. Constata-se a súbita interrupção do padrão normal de deposição dos micro-anéis de crescimento. Barras de escala: 200 μm . **64**

FIGURA 5.19 *Solen marginatus*. Representação gráfica da relação alométrica comprimento/distância D-D' (L/D). **65**

FIGURA 5.20 *Venerupis pullastra*. Representação gráfica da relação alométrica comprimento/distância D-D' (L/D). **65**

FIGURA 5.21 *Solen marginatus*. Estimativa do parâmetro L_∞ pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 1277,0$; $P < 0,001$). **66**

FIGURA 5.22 *Venerupis pullastra*. Estimativa do parâmetro L_∞ pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 50,5$; $P < 0,05$). **67**

FIGURA 5.23 *Solen marginatus*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 6393,4$; $P < 0,001$). **67**

FIGURA 5.24 *Venerupis pullastra*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 251,3$; $P < 0,001$). **68**

FIGURA 5.25 *Solen marginatus*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha. **69**

- FIGURA 5.26** *Venerupis pullastra*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha. **69**
- FIGURA 5.27** *Solen marginatus*. Estimativa do parâmetro L_{∞} pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 1696,5$; $P < 0,001$). **70**
- FIGURA 5.28** *Venerupis pullastra*. Estimativa do parâmetro L_{∞} pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 1374,9$; $P < 0,001$). **70**
- FIGURA 5.29** *Solen marginatus*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 5768,8$; $P < 0,001$). **71**
- FIGURA 5.30** *Venerupis pullastra*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 10622,3$; $P < 0,001$). **71**
- FIGURA 5.31** *Solen marginatus*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato. **72**
- FIGURA 5.32** *Venerupis pullastra*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato. **72**
- FIGURA 5.33** *Solen marginatus*. Curvas de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (●) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (■). **73**
- FIGURA 5.34** *Venerupis pullastra*. Curvas de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (●) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (■). **73**

- FIGURA 5.35** *Venerupis pullastra*. Síntese dos parâmetros de crescimento obtidos por diversos autores em diferentes áreas geográficas. **74**
- FIGURA 5.36** *Solen marginatus*. Síntese dos parâmetros de crescimento obtidos por diversos autores em diferentes áreas geográficas. * Técnica da película de acetato; ** Leitura de anéis externos. **75**
- FIGURA 5.37** *Solen marginatus*. Curvas de crescimento ponderal de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (-) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (-). **76**
- FIGURA 5.38** *Venerupis pullastra*. Curvas de crescimento ponderal de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (-) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (-). **76**
-
- FIGURA 6.1** Ciclo de vida de um bivalve (adaptado de King, 1995). **83**
- FIGURA 6.2** Estado 0. Microfotografias de cortes da gónada do longueirão (A) e da amêijoia-macha (B). Barras de escala: 100 µm. **92**
- FIGURA 6.3** Estado I. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm. **93**
- FIGURA 6.4** Estado II. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm. **94**
- FIGURA 6.5** Estado III. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm. **95**
- FIGURA 6.6** Estado IV. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm. **96**
- FIGURA 6.7** Estado V. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm. **97**

- FIGURA 6.8** Variação mensal da percentagem dos machos e das fêmeas do longueirão e da amêijoa-macha em cada estado do ciclo reprodutor. **98**
- FIGURA 6.9** Variação da percentagem de machos e fêmeas do longueirão (analisados conjuntamente) nos diferentes estados de maturação. (0) Repouso sexual; (I) gametogénese inicial; (II) gametogénese avançada; (III) maturação; (IV) postura; (V) pós-postura. **99**
- FIGURA 6.10** *Solen marginatus*. Síntese de resultados obtidos para a época de postura do longueirão por diversos autores em diferentes áreas geográficas. **99**
- FIGURA 6.11** Variação da percentagem de machos e fêmeas da amêijoa-macha (analisados conjuntamente) nos diferentes estados de maturação. (0) Repouso sexual; (I) gametogénese inicial; (II) gametogénese avançada; (III) maturação; (IV) postura; (V) pós-postura. **100**
- FIGURA 6.12** *Venerupis pullastra*. Síntese de resultados obtidos para a época de postura da amêijoa-macha por diversos autores em diferentes áreas geográficas. **101**
- FIGURA 6.13** *Solen marginatus*. Ogivas de 1ª maturação estimadas para as fêmeas e para os machos desta espécie. **102**
- FIGURA 6.14** *Venerupis pullastra*. Ogivas de 1ª maturação estimadas para as fêmeas e para os machos desta espécie. **103**

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2.1	Volumes e caudais da água do mar que penetra na Ria de Aveiro, consoante o tipo e amplitude da maré (Barrosa, 1979).	10
TABELA 5.1	Equações e caracterização das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E), com indicação da significância do desvio de b relativamente ao valor de 1 (isometria), obtida através do teste t -Student.	57
TABELA 5.2	Equações e caracterização da relação alométrica peso/comprimento (W/L), com indicação da significância do desvio de b relativamente ao valor de 3 (isometria), obtida através do teste t -Student.	59
TABELA 5.3	<i>Solen marginatus</i> . “Chave idade-comprimento” elaborada com base nas medidas dos anéis de crescimento externos visíveis na superfície da concha de 20 indivíduos com comprimentos compreendidos entre 111,0 e 135,0 mm colhidos no Mês de Junho de 2002.	62
TABELA 5.4	<i>Venerupis pullastra</i> . “Chave idade-comprimento” elaborada com base nas medidas dos anéis de crescimento externos visíveis na superfície da concha de 30 indivíduos com comprimentos compreendidos entre 41,1 e 50,6 mm colhidos no mês de Abril de 2002.	62
TABELA 5.5	<i>Solen marginatus</i> . “Chave idade-comprimento” elaborada a partir dos anéis de crescimento observados em réplicas em acetato de cortes transversais da concha para os mesmos indivíduos referidos na tabela 5.3.	65
TABELA 5.6	<i>Venerupis pullastra</i> . “Chave idade-comprimento” elaborada a partir dos anéis de crescimento observados em réplicas em acetato de cortes transversais da concha para os mesmos indivíduos referidos na tabela 5.4.	66
TABELA 6.1	<i>Solen marginatus</i> . “Sex ratio” dos exemplares colhidos entre Maio e Agosto de 2002 e entre Abril e Julho de 2003.	91

TABELA 6.2 *Venerupis pullastra*. “Sex ratio” dos exemplares colhidos entre Abril de 2002 e Maio de 2003. **91**

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - ENQUADRAMENTO DO TRABALHO. OBJECTIVOS

A exploração de moluscos bivalves na Ria de Aveiro constitui uma actividade de grande importância sócio-económica. Esta actividade tem vindo a crescer ao longo dos anos, sendo dirigida, entre outras espécies, à captura de *Solen marginatus* (longueirão) e de *Venerupis pullastra* (amêijoa-macha).

A apanha de longueirão reveste-se de uma especial importância quer em termos de recurso quer em termos sócio-económicos. A sua relativa abundância em bancos intermareais, facilidade de captura e a crescente valorização comercial, fazem desta espécie um importante recurso económico para as populações ribeirinhas. Contudo, a sobrepesca tem contribuído para um empobrecimento destes “stocks”. De facto, a insuficiente fiscalização e a existência de um forte mercado paralelo aliciam vários apanhadores a desenvolver uma pesca ilegal. Esta situação é ainda agravada pela intensificação da apanha nos meses de Verão, quando centenas de veraneantes a exercem como actividade lúdica.

A amêijoa-macha tem sido alvo de uma intensa exploração devido ao seu elevado valor comercial. A sua captura, nos bancos permanentemente submersos, é feita com auxílio de um ancinho de cabo longo, também designado por “cabrita” ou “berbigoeira”. Nos últimos anos tem-se assistido a uma apanha ilegal por mergulhadores, o que aumentou significativamente o esforço de pesca exercido sobre a espécie. O poder de recuperação destes bancos tem permitido a sua exploração, mas evidenciam já claros indícios de exaustão. Estes sinais são preocupantes e revelam-se na quantidade e na qualidade dos recursos explorados.

A sobreexploração destes dois importantes recursos pode vir a colocá-los em risco de colapso, com graves consequências económicas, sociais e ambientais. Torna-se assim imperativo a implementação de medidas de gestão específicas, que ajustem a exploração ao estado e à condição dos recursos disponíveis. Estas medidas regulamentares, que passam, entre outras, pela criação de épocas de defeso e pelo estabelecimento de tamanhos mínimos de captura, são fundamentais para uma exploração racional destas espécies.

Assim, os principais objectivos desta dissertação de Mestrado consistiram em: i) estudar o crescimento; ii) determinar o ciclo reprodutor; iii) estimar o comprimento da primeira maturação; e iv) fundamentar cientificamente algumas medidas de gestão, de forma a garantir uma exploração sustentada destes recursos na Ria de Aveiro.

A presente dissertação encontra-se estruturada em oito capítulos.

No **CAPÍTULO I** é feita uma pequena introdução sobre a exploração do lingueirão e da amêijoa-macha na Ria de Aveiro e a sua importância como recursos haliêuticos. São ainda referidos os principais objectivos deste trabalho e ainda a estrutura geral desta dissertação.

No **CAPÍTULO II** faz-se uma descrição geral da Ria de Aveiro, referindo aspectos como a sua formação e evolução, topografia e hidrodinâmica, climatologia e principais biótopos lagunares. Apresenta-se, também, uma breve caracterização sócio-económica dos principais recursos naturais da Ria de Aveiro.

No **CAPÍTULO III** caracterizam-se as espécies em estudo, no que respeita à taxonomia e morfologia, distribuição geográfica e habitat, nutrição e importância como recursos haliêuticos. Refere-se, ainda, uma revisão bibliográfica sumária de alguns aspectos considerados importantes para o conhecimento da biologia e ecologia das duas espécies.

No **CAPÍTULO IV** caracteriza-se a área de estudo (Canal de Mira) e descrevem-se as metodologias e as estratégias adoptadas, os locais e os períodos de amostragem.

No **CAPÍTULO V** estuda-se o crescimento do lingueirão e da amêijoa-macha, nomeadamente a caracterização morfológica, a variação da taxa de crescimento sazonal para uma das classes de idade, a validação da periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento e a determinação das equações de crescimento linear e ponderal, a partir da observação directa dos anéis anuais externos visíveis na superfície da concha e da técnica da película de acetato. Discutem-se os resultados e referem-se as principais conclusões.

No **CAPÍTULO VI** estuda-se o ciclo reprodutor das duas espécies referidas determinando-se as respectivas épocas de postura e os comprimentos/idade da primeira maturação. Discutem-se os resultados e referem-se algumas propostas de gestão, nomeadamente a implementação de épocas de defeso e a definição de tamanhos mínimos de captura.

No **CAPÍTULO VII** referem-se as conclusões mais importantes obtidas ao longo deste trabalho.

No **CAPÍTULO VIII** são apresentadas as referências bibliográficas, ordenadas por ordem alfabética.

CAPÍTULO II

RIA DE AVEIRO: BREVE CARACTERIZAÇÃO

2.1 - NOTA INTRODUTÓRIA

Neste capítulo pretende-se fazer uma breve descrição do local onde se realizou este trabalho. A Ria de Aveiro constitui um dos mais notáveis acidentes geográficos do nosso litoral e representa uma das mais importantes zonas húmidas portuguesas. Como zona húmida de indiscutível riqueza natural e grande produtividade, constitui, desde o início da sua formação, um importante recurso económico e núcleo dinamizador das populações ribeirinhas que urge conhecer e proteger.

2.2 - FORMAÇÃO E EVOLUÇÃO

O sistema estuarino-lagunar da Ria de Aveiro localiza-se na costa oeste do território continental português à latitude de 40° 50'.00N. O seu processo evolutivo corresponde, de acordo com a classificação de Pritchard (1967), ao de um estuário barreira (“bair-built estuary”). A Ria de Aveiro é uma laguna formada por depósitos aluvionares sob um leito marinho, e está em comunicação permanente com o mar. O mar penetra com alguma dificuldade através de uma passagem estreita no interior da laguna, bastante ramificada e com canais pouco profundos, onde exerce uma influência preponderante (Barrosa, 1979).

Localizada na Orla Mesozóica Ocidental Portuguesa (Oliveira, 1988), a Ria de Aveiro é um acidente geo-hidrológico recente, formado pela deposição de aluviões numa extensa baía que se desenvolvia, sensivelmente, entre Espinho e o Cabo Mondego (Barrosa, 1985), (Fig. 2.1-A).

A partir do século X os aluviões começaram a emergir das águas oceânicas (como consequência da subida dos fundos da referida baía) e formaram dois cabedelos: um no extremo norte, onde se viriam a fixar as povoações de Espinho, Ovar e Murtosa e outro a sul, que se estendia desde o Cabo Mondego às Gafanhas (Oliveira, 1988; Luís, 1989; Moreira, 1992). Entre os séculos X e XVIII sucedeu-se a formação de uma restinga arenosa que, a partir das proximidades de Ovar, progrediu para sul, desligando-se da costa e interpondo-se entre a baía e o mar. A formação deste cordão litoral favoreceu o desenvolvimento de um sistema de ilhas como consequência da deposição de sedimentos (calhaus, areias e lodos) de origem fluvial e eólica (Oliveira, 1988), (Fig. 2.1-B).

Com o evoluir do cordão litoral, a comunicação com o mar foi várias vezes obstruída, tendo a barra mudado de localização ao longo do tempo: por volta do ano de 1200 encontrava-se na zona da Torreira, mudando 300 anos depois para as proximidades de S. Jacinto; em 1584 atingia a Costa Nova, em 1643 a Vagueira e poucos anos depois (1685) fixava-se na Quinta do Inglês. O cordão litoral atingiria os areais de Mira em 1756, vindo a barra a fechar-se completamente um ano depois (Oliveira, 1988), (Fig. 2.1-C).

O fecho da barra em meados do séc. XVIII provocou profundas alterações sócio-económicas e comprometeu seriamente as actividades tradicionais das populações ribeirinhas, como foi o caso da pesca e da salicultura (Barrosa, 1979). Este acontecimento marcou o final de um processo evolutivo natural e motivou a intervenção humana num esforço de manter aberta a comunicação com o mar. Após várias tentativas, só em 1808, e na sequência dos trabalhos dos engenheiros Reinaldo Oudinot e Luís Gomes de Carvalho, é que se conseguiu fixar e manter a “barra nova” no local onde ainda hoje se encontra: na latitude $40^{\circ} 39' .50N$ e na longitude $8^{\circ} 44' .90W$ (A.P.A., 2001). A laguna assumiria então, a partir do séc. XIX, um aspecto muito semelhante à fisionomia que hoje apresenta.

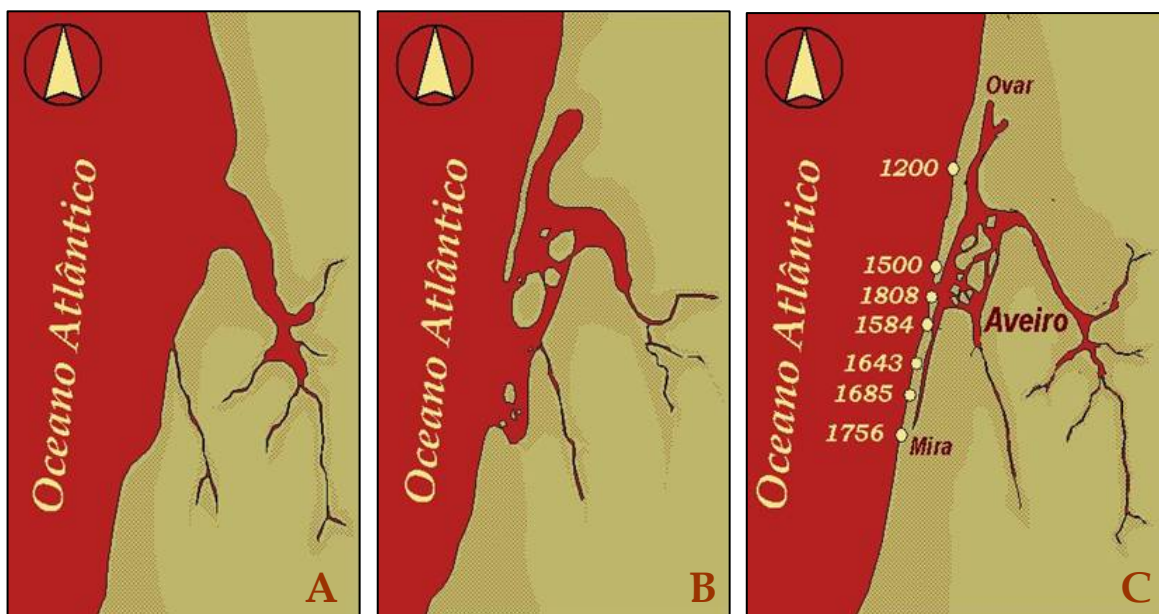


Figura 2.1. Génese da Ria de Aveiro (segundo Oliveira, 1988). (A) - Invasão de vales fluviais pelo mar. (B) - Formação dos cabedelos, cordão litoral e ilhas. (C) - Evolução temporal das várias localizações da barra.

2.3 - TOPOGRAFIA E HIDRODINÂMICA

A Ria de Aveiro é constituída por um conjunto de canais de grande desenvolvimento longitudinal que radiam de uma única comunicação com o mar: (i) o Canal de S. Jacinto/Ovar, que se desenvolve para norte, numa extensão de 25 km, paralelo à costa, e com cerca de 2 km de largura máxima na zona da Torreira; (ii) o Canal do Espinheiro, cujo desenvolvimento ocorre para este; (iii) o Canal de Mira, que se prolonga 14 km no sentido sudoeste e com 300 m de largura máxima; (iv) e o Canal de Ílhavo, que se estende para sul, com cerca de 7 km de comprimento e uma largura máxima de 200 m (Oliveira, 1988; Silva, 1994), (Fig. 2.2).

Os extremos dos canais transformam-se progressivamente no leito dos vários rios afluentes, comportando-se como pequenos subestuários com características de estrutura salina específicas e com capacidade para influenciar o campo de salinidade de todo o sistema estuarino-lagunar (Silva, 1994).

A Ria de Aveiro está limitada a norte por Ovar e a sul por Mira, apresentando, segundo o seu eixo longitudinal, um comprimento de 45 km. É na zona central, ao nível da foz do Vouga, que expressa a sua largura máxima – cerca de 10 km (Fernandes, 1995). A Ria ocupa uma área molhada de 47 km² em preia-mar e de 43 km² em baixa-mar (Barrosa, 1979). Na zona central da laguna existe um arquipélago formado pelas ilhas de Monte Farinha, dos Ovos, do Amoroso, de Lavacos, da Gaivota, da Gaga, da Pedra, de Parrachil, da Tranqueira, de Sama, do Poço e a maior de todas, a da Testada. Entre estas ilhas e outras menores há uma extensa e labiríntica rede de canais, cales, valas e esteiros (Oliveira, 1988).

A laguna possui numerosos esteiros e ramificações com profundidades inferiores a 1 m (Silva, 1985). No canal da barra, sujeito a constantes intervenções, verificam-se profundidades superiores a 9 m (Vicente, 1985). A profundidade dos canais tem diminuído ao longo dos tempos devido à propensão natural para o assoreamento. No entanto, e apesar desta tendência, nos últimos anos verificou-se um aumento da profundidade média na ordem dos 0,4 m, devido às periódicas operações de dragagem (Pereira, 1996).



Figura 2.2. Ria de Aveiro.

O volume de água acumulado na bacia lagunar é da ordem dos 70 milhões de metros cúbicos, em preia-mar de águas vivas. A maré oceânica penetra na Ria de Aveiro e propaga-se em regime de escoamento hidráulico, tanto no fluxo de enchente como no fluxo de vazante (Barrosa, 1979).

Do prisma de maré oceânica que entra na Ria de Aveiro, cerca de 20% do seu caudal é desviado para o Canal de Mira. Os restantes 80% dividem-se, em partes iguais, pelos Canais da Cidade e de S. Jacinto/Ovar, na bifurcação da ilha de Monte Farinha. Na bifurcação do Canal do Espinheiro, entram por este canal cerca de 25% do prisma de maré e os restantes 15% seguem pelo Canal da Cidade, para se repartirem em partes iguais na bifurcação do Canal de Ílhavo (Vicente, 1985).

As velocidades máximas de corrente de maré verificam-se nos canais de navegação próximos da embocadura (Barrosa, 1979). A diferente forma que os padrões de corrente adquirem na enchente e na vazante, contribui de forma relevante para a renovação da água da Ria, uma vez que a maior parte da água que sai durante a vazante não volta a entrar durante a enchente (Vicente, 1985). O volume de água do mar que penetra na laguna em cada fluxo de maré varia de acordo com a amplitude da mesma maré (Tab. 2.1).

Tabela 2.1. Volumes e caudais da água do mar que penetra na Ria de Aveiro, consoante o tipo e amplitude da maré (Barrosa, 1979).

<i>TIPO DE MARÉ</i>	<i>AMPLITUDE (m)</i>	<i>VOLUME ($\times 10^6 \text{ m}^3$)</i>	<i>CAUDAL (m^3/s)</i>
MORTA	1,0	25	1700
VIVA MÉDIA	2,5	60	4000
VIVA	3,0	90	6000

Os caudais fluviais provenientes das múltiplas ribeiras e dos vários rios que afluem na laguna (Vouga, Caster, Fontelo, Gonde, Antuã, Boco, Levira, Cértima, Caima, Águeda, vala de Mira) oscilam entre os 3 m^3/s , no Verão, e os 60 m^3/s , no Inverno (Barrosa, 1985). O Rio Vouga contribui com $\frac{2}{3}$ desses caudais. Em períodos de cheia anual, os caudais de água doce podem atingir os 830 m^3/s , cabendo ao Vouga a mesma proporção (Barrosa, 1979).

Comparando o volume de água movimentada pelas marés oceânicas com os fluxos fluviais, verifica-se que o funcionamento hidráulico da laguna sofre uma maior influência marinha. Não obstante, a água doce transportada pelos rios é suficiente para produzir uma diluição mensurável da água do mar, sobretudo em épocas de cheias do Rio Vouga e nas cabeceiras dos diversos canais. Os valores de salinidade das águas interiores da Ria variam significativamente, dependendo das marés e também da pluviosidade; o canal principal de navegação apresenta valores médios de salinidade de cerca de 32, enquanto que as extremidades mais afastadas da barra apresentam valores de cerca de 0,5 (zona terminal do Rio Vouga) e de 0,7 (proximidades da Barrinha de Mira) (Barrosa, 1979; Pereira, 1996).

As amplitudes de maré decrescem da embocadura para montante, verificando-se desfaseamentos crescentes nos estofos de maré entre a maré oceânica e as zonas periféricas. Para alguns pontos terminais de montante esses atrasos cifram-se em cerca de 6 horas, o que significa que nesses pontos os estados de maré são os inversos dos da maré oceânica (Barrosa, 1979).

O leito dos canais da Ria de Aveiro é formado por uma mistura de material arenoso e lodoso, sendo que a percentagem de lodo (sedimentos com granulometria média inferior a 63 μm) aumenta à medida que se avança para o interior. A diminuição da intensidade da corrente para montante promove a deposição de sedimentos de granulometria progressivamente mais fina, dando origem a fundos de lodo silto-arenosos, muito impermeáveis e de pequena resistência mecânica. Nas regiões próximas da barra, onde as correntes são mais fortes, os fundos são constituídos essencialmente por areias com elevados coeficientes de permeabilidade (Barrosa, 1979; Pereira, 1996).

2.4 - CLIMATOLOGIA

2.4.1 - Vento

A região de Aveiro é caracterizada pela predominância, durante a maior parte do ano, de ventos fortes que se manifestam até aproximadamente 20 km da costa. Este regime de ventos está relacionado, fundamentalmente, com o transporte de massas de ar através de

zonas frontais do Oceano Atlântico durante os períodos de Inverno e Primavera e com a existência de brisas marítimas (nortadas) associadas ao gradiente térmico que se estabelece entre o oceano e a zona continental (Pinho *et al.*, 1992). O regime de ventos é regulado pelas migrações sazonais da frente subtropical e do anticiclone dos Açores, cujo centro se desloca desde os 27° N no Inverno para os 33° N durante o Verão. Assim, durante o Inverno predominam os ventos fracos de oeste enquanto que, no Verão, a circulação atmosférica é dominada por ventos do quadrante norte, de maior intensidade (Queiroga, 1995).

2.4.2 - Temperatura

A região é caracterizada por verões amenos e invernos frios. Durante os meses de Inverno podem ocorrer períodos de tempo seco e muito frio, devido à passagem de massas de ar polar, responsáveis pelo aparecimento de nevoeiros de advecção ou, em circunstâncias extremas, pela formação de geada no solo (Borrego *et al.*, 1996a). A temperatura média anual é de 14,6 °C e a amplitude térmica é de 11 °C (Pinho *et al.*, 1989).

2.4.3 - Insolação e Radiação Solar

A insolação é elevada, com 2532 horas de sol por ano. Entre Abril e Outubro regista-se uma insolação superior a 200 horas por mês. A nebulosidade tem, no entanto, tendência para ser alta. Entre Novembro e Janeiro o céu mantém-se totalmente encoberto durante vários dias. Durante o Verão existe uma tendência para um aumento da nebulosidade durante a noite e a madrugada, dissipando-se ao longo do dia e reaparecendo no fim da tarde (Borrego *et al.*, 1996a).

2.4.4 - Humidade Relativa do Ar

A humidade relativa do ar está fortemente condicionada pela proximidade do mar e pela presença dos grandes lençóis de água que constituem a laguna. O ar encontra-se fortemente saturado, apresentando valores constantes ao longo de todo o ano na ordem dos 80 a 90% (Borrego *et al.*, 1996a).

2.4.5 - Precipitação

A região apresenta uma pluviosidade típica de regimes atlânticos. A precipitação média anual é de 914 mm. As chuvas surgem, principalmente, entre os meses de Outubro e Maio, sendo os meses de Julho e Agosto os mais secos (Pinho *et al.*, 1989).

2.5 - BIÓTOPOS LAGUNARES

2.5.1 - Praias e Dunas Litorais

Os sistemas dunares e as praias são o habitat de uma comunidade relativamente diversificada de mamíferos e de aves marinhas e/ou costeiras. As praias são utilizadas pelas aves que invernam na região, dado que durante o resto do ano, e em particular durante a época balnear, a perturbação é muito intensa. A zona posterior das dunas é ocupada por passeriformes e diversas espécies de pequenos mamíferos (insectívoros, roedores e logomorfos) que suportam predadores activos como a raposa e algumas aves de rapina (Borrego *et al.*, 1996b).

2.5.2 - Dunas Arborizadas (Mata de S. Jacinto)

As dunas arborizadas da Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto (R.N.D.S.J) são um ecossistema bastante diversificado e possuem uma grande riqueza faunística. Os grupos mais representativos são as aves de rapina diurnas e nocturnas e os passeriformes. No grupo das aves de rapina destacam-se o Milhafre-preto (*Milvus migrans*), a Águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*), o Açor (*Accipiter gentilis*), a Coruja-do-mato (*Strix aluco*) e o Bufo-pequeno (*Asio otus*). Os Chapins merecem especial referência no grupo dos passeriformes dado que constituem uma população bastante diversificada e com efectivos numerosos. A R.N.D.S.J. é ainda de extrema importância para as aves aquáticas devido à posição privilegiada que ocupa em relação à laguna, e pela existência de uma pateira no seu interior. Este lago artificial proporciona isolamento e protecção às aves, em particular aos Anatídeos, que são de ocorrência rara nas águas da Ria de Aveiro (Fernandes, 1995; Borrego *et al.*, 1996b).

2.5.3 - Sapais e Caniçais

Os sapais e os caniçais são biótopos muito produtivos, com importantes funções nas transferências energéticas dos estuários. Apesar da sua ecologia ser praticamente desconhecida na Ria de Aveiro, nomeadamente no que respeita às relações tróficas, é aceitável admitir-se que estes biótopos representam uma diversificada fonte de alimento para um grande número de espécies (Borrego *et al.*, 1996b).

O sapal salgado ocorre em zonas intermareais elevadas, em locais abrigados da ondulação e das correntes fortes. As zonas de sapal salgado situam-se entre o nível máximo da preia-mar de marés vivas e o nível máximo da preia-mar de marés mortas. Estes ecossistemas são caracterizados por uma elevada produtividade primária, para a qual contribuem não só a vegetação de macrófitos, como também as microalgas planctónicas e o filme de diatomáceas que reveste a superfície dos sedimentos intermareais. Os sapais podem também actuar como “filtro” de depuração de águas contaminadas (Reis, 1985; Moreira, 1992). Constituem importantes áreas de viveiro para formas larvares e juvenis de muitas espécies de vertebrados e invertebrados marinhos, que encontram neste biótopo uma grande quantidade de alimento e refúgio dos predadores. São também utilizados como refúgios de maré-alta para diversas espécies de limícolas, ou como dormitório, no caso das garças (Borrego *et al.*, 1996b).

Os caniçais, para além de proporcionarem alimento abundante nos vários níveis tróficos, são particularmente importantes para as aves como locais de nidificação e de protecção contra os predadores terrestres. Do ponto de vista ornitológico, os caniçais da Ria de Aveiro apresentam uma grande diversidade de aves, sendo o habitat exclusivo de muitas espécies. Os caniçais mais representativos da área lagunar têm uma posição periférica e localizam-se em Ovar, nos campos de Salreu, no Baixo Vouga e no rio Boco (Borrego *et al.*, 1996b; Neto, 1998).

2.5.4 - Bosque Ripícola e “Bocage”

O bosque ripícola e os sistemas de “bocage” são biótopos que apresentam uma elevada diversidade florística e entomológica. Esta elevada biodiversidade reflecte-se, não só na avifauna, como também nas comunidades de mamíferos que apresentam naqueles habitats o maior número de espécies.

Estes biótopos situam-se numa área restrita da periferia da laguna, localizando-se uma mancha importante de bosque ripícola no extremo norte da Ria, em Ovar, e uma mancha contínua de “bocage” no Baixo Vouga Lagunar (Borrego *et al.*, 1996b). O “bocage”, por ser um sistema misto, que inclui, para além das sebes, pastagens espontâneas, áreas alagáveis durante períodos de cheia e alguns arrozais, constitui o suporte de uma rica comunidade ornitológica. Relativamente à fauna mamalógica, merecem especial referência a Doninha (*Mustela nivalis*) e a Lontra (*Lutra lutra*) (Pinho *et al.*, 1989).

2.5.5 - Bancos Intermareais e Salinas

Em alguns locais da Ria de Aveiro emergem, durante a baixa-mar, extensos bancos de vasa. Os bancos intermareais com maior expressão localizam-se na zona central da laguna, em associação com o “delta” do rio Vouga, e apresentam uma abundante fauna bentónica, relativamente rica em espécies.

A macrofauna bêntica da Ria de Aveiro é essencialmente constituída por poliquetas, moluscos (bivalves e gastrópodes) e crustáceos (sobretudo isópodes e anfípodes, mas também alguns cirrípodes, misidáceos e decápodes). A composição das comunidades bênticas é condicionada por gradientes relacionados com a distância à barra, tais como a salinidade e a temperatura e, ainda por gradientes relacionados com padrões locais de níveis de energia, tais como a profundidade e a composição do sedimento (Moreira, 1992).

Da macrofauna bêntica destacam-se os bivalves, que representam um importante recurso para as populações ribeirinhas. Estas vasas são também importantes áreas de alimentação de aves limícolas, que competem com os mariscadores pelos mesmos recursos. As salinas,

habitat fortemente manipulado pelo Homem, constituem um biótopo alternativo para estas aves, pois não só proporcionam alimento, mesmo durante a preia-mar, como também funcionam como refúgios de maré-alta e de abrigo (Luís, 1998).

2.5.6 - Águas Livres e Bentos

As características hidrodinâmicas e físico-químicas das águas livres da laguna proporcionam a existência de uma grande diversidade de organismos. As comunidades pelágicas são constituídas pelos organismos que colonizam as águas livres e englobam animais com capacidades locomotoras limitadas, e que por essa razão, se encontram à mercê das correntes (plâncton), e por outros capazes de nadar e que conseguem vencer a força das correntes (necton). Interagindo com a massa de água encontram-se, também, os organismos que vivem associados ao leito, o bentos.

A comunidade bentónica da Ria de Aveiro está representada sobretudo por poliquetas, gastrópodes, bivalves e crustáceos, considerando apenas a macrofauna. A componente vegetal macrobentónica é constituída por plantas vasculares e por algumas espécies de algas macroscópicas, que formam o moliço (Borrego *et al.*, 1996a).

Os organismos planctónicos desempenham uma diversidade de funções de importância crucial na produção e transferência de energia nas cadeias tróficas estuarinas. Na Ria de Aveiro apenas o zooplâncton é bem conhecido. Embora quantitativa e qualitativamente muito variável, quer no espaço, quer no tempo, é constituído maioritariamente por artrópodes, moluscos, protozoários e tunicados. Outros grupos representados são os quetognatos, anelídeos, nemátodes, cnidários, rotíferos e, ainda, ovos e larvas de peixes (Moreira, 1992).

Entre os artrópodes, os copépodes constituem o grupo dominante durante todo o ano. Os moluscos são fundamentalmente representados por formas larvares: velígeras de gastrópodes e de bivalves, particularmente abundantes durante o pico reprodutivo destes organismos. Os protozoários, muito abundantes na Primavera e no Verão, são representados por *Noctiluca scintilans* e espécies do género *Ceratium*. Entre os tunicados,

a espécie *Oikopleura dioica* é a mais representativa e, embora surja durante todo o ano, é na Primavera que ocorre em maior abundância (Moreira, 1992).

No que diz respeito ao necton, a sua composição na Ria de Aveiro é bastante diversificada sendo fundamentalmente constituída por peixes pertencentes a um grande número de famílias e espécies. Sazonalmente, entram ainda a lampreia (*Petromyzon marinus*) e o choco (*Sepia officinalis*).

Foram identificadas 64 espécies na ictiofauna da Ria de Aveiro (Rebelo, 1993). Segundo o autor as espécies podem ser classificadas em diversos grupos, de acordo com a sua ecologia e modo de vida: (i) espécies marinhas ocasionais, que entram irregularmente na laguna com as marés e que, geralmente, são capturadas perto da barra. Neste grupo destacam-se a sardinha (*Sardina pilchardus*), a dourada (*Sparus aurata*) e o bodião (*Ciliata mustela*); (ii) espécies sedentárias, bem adaptadas às condições da laguna, e que aí permanecem durante todo o seu ciclo de vida, como é o caso dos peixes-rei (*Atherina presbyter* e *Atherina boyeri*), de alguns sagunchos (*Syngnathus spp.*) e do caboz (*Gobius paganellus*); (iii) espécies migradoras marinhas, dependentes do meio lagunar nos períodos de reprodução e/ou desenvolvimento juvenil, de entre as quais merecem especial referência as tainhas (*Liza aurata*, *Liza ramada* e *Liza saliens*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a solha (*Platichthys flesus*), o linguado (*Solea senegalensis*), o negrão (*Chelun labrosus*) e a fataça (*Mugil cephalus*); (iv) espécies migradoras dulçaquícolas, que penetram ocasionalmente na Ria, como o esgana-gata (*Gasterosteus aculeatus*), o pimpão (*Carassius carassius*) e outras; (v) espécies anádromas e uma espécie catádroma que utilizam a Ria em trânsito durante os seus ciclos migratórios, como a lampreia (*Petromyzon marinus*) e a savelha (*Alosa fallax*) que, vivendo no oceano, sobem os rios para desovar, e ainda a enguia (*Anguilla anguilla*) que realiza uma migração no sentido inverso e apresenta densidades relativamente elevadas na laguna.

As espécies nectónicas constituem um importante recurso sócio-económico para as populações ribeirinhas e, sobretudo as espécies sedentárias, representam uma fonte essencial de alimento para a manutenção de populações viáveis de aves e mamíferos.

2.6 - CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA DOS RECURSOS NATURAIS DA RIA DE AVEIRO

As actividades económicas que se desenvolveram inicialmente na laguna estiveram sempre associadas aos recursos disponíveis e à capacidade técnica para a sua exploração. As actividades que se destacaram na economia da região foram: a pesca tradicional lagunar; a piscicultura; a apanha de bivalves, gastrópodes e poliquetas; a apanha de moliço e a produção de sal.

2.6.1 - Pesca Tradicional Lagunar

A pesca lagunar tem expressão em toda a área interior da laguna, apresentando, no entanto, maior incidência nas proximidades do Canal de Mira e da Barra. É realizada a bordo de embarcações tradicionais (bateiras), com a utilização de diferentes tipos de arte. Actualmente, as espécies com maior interesse comercial são a solha, o linguado, o robalo, as tainhas e a enguia. É difícil apontar estimativas de produção para as pescarias referidas porque o pescado não é sujeito a qualquer controlo. Pelas lotas da pesca artesanal apenas passam quantidades não representativas das capturas, as espécies de maior valor comercial são vendidas directamente aos consumidores ou em restaurantes locais.

2.6.2 - Piscicultura

Segundo Bóia (1985), a utilização de marinhas de sal para a criação de peixes remonta a 1858. Esta actividade tornou-se tão popular que em 1897 já existiam 41 viveiros e em 1912 o seu número subia para 69. Nas salinas a peixe do salgado aveirense cultivava-se a enguia, a dourada, a solha, a tainha e o robalo. Segundo a autora, o povoamento dos viveiros fazia-se com exemplares de pequenas dimensões capturados na laguna ou através da compra de juvenis. A água era renovada quinzenalmente com a abertura manual de uma comporta, e o escoamento do pescado ocorria sobretudo durante as épocas de festa, como no Natal, ou em períodos de grande aglomeração de pessoas, como no Verão, sempre com o objectivo de vender o peixe rapidamente e a bom preço.

Actualmente, existem várias pisciculturas com critérios de povoamento, com técnicas modernas de tratamento e monitorização das águas, e novos métodos de escoamento da produção, o que permite rentabilizar este tipo de recurso.

2.6.3 - Apanha de Bivalves, Poliquetas e Gastrópodes

Os bivalves assumem uma especial importância como recurso lagunar, a sua produção ocorre em bancos naturais e em áreas concessionadas, destinando-se sobretudo à exportação para Espanha. De entre as várias espécies capturadas destacam-se pelo seu valor comercial o berbigão (*Cerastoderma edule*), a amêijoia-rainha (*Ruditapes decussatus*) e a amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*). O longueirão (*Solen marginatus*) e a lambujinha (*Scrobicularia plana*) são comercializados em menor escala ou apenas colhidos para consumo próprio. Tal como acontece com os recursos ictiológicos, as estimativas de produção e o impacto destas actividades sobre os stocks naturais são muito imprecisas, porque os mariscadores profissionais não passam o produto da sua faina pelas lotas. As entidades competentes, nomeadamente o I.P.I.M.A.R., implementaram a criação de viveiros em determinadas áreas da laguna. Nestes viveiros têm sido cultivadas quatro espécies de bivalves: a amêijoia-rainha, o berbigão, o mexilhão e a ostra.

Os gastrópodes assumem uma pequena importância no contexto da produção de moluscos. O burrié (*Littorina littorea*) é objecto de apanha esporádica para consumo local. A sua captura comercial ocorre principalmente nos bancos intermareais da margem nascente do Canal de Mira, localizados entre a ponte da Costa Nova e o Parque de Campismo da mesma povoação (Barroso, 1995a).

As duas espécies de poliquetas capturadas nos bancos intermareais são utilizadas pelas populações ribeirinhas como isco para a pesca ou para venda a pescadores desportivos. O casulo (*Diopatra neapolitana*) e a serradela (*Nereis diversicolor*) são espécies sedentárias que ocorrem no Canal de Mira e no Canal de Ovar. A avaliar pelo número de placas que anunciam a sua venda, e pelo preço de venda ao público (2 euros a embalagem), a apanha destas espécies afigura-se como uma actividade economicamente rentável (Marques *et al.*, 1993; Pinho *et al.*, 1992; Borrego *et al.*, 1996c).

2.6.4 - Apanha de Moliço

A colheita de moliço é uma actividade tradicional com características agro-marinhas, desde sempre realizada pelas populações da beirada lagunar. A área de extensão do moliço tem vindo a diminuir desde a década de 30, distribuindo-se actualmente para norte da Béstida e nos extremos dos canais de Ovar e do Carregal. A apanha do moliço está tradicionalmente ligada ao barco moliceiro, que carregava cerca de 3 a 3,5 toneladas de moliço. O principal método de colheita era o arrasto de ancinhos pelos fundos da laguna e a sua subsequente recolha para bordo dos moliceiros. O moliço era depois transportado para terra e vendido verde, aos agricultores de áreas próximas dos locais de desembarque, ou, depois de seco, a agricultores de áreas mais distantes para o enriquecimento de solos improdutivos. O moliço foi um importante recurso, e na década de 50 a sua produção excedia as 200 mil toneladas por ano. A diminuição da sua área de distribuição e o aparecimento de adubos químicos, foram as principais causas de declínio da actividade, que no final da década de 70 estava próxima da extinção. A partir dos anos 80, a actividade recebeu um incentivo da Junta Autónoma do Porto de Aveiro e das Câmaras Municipais da Murtosa, Ovar e Estarreja através da comparticipação nos custos de apanha do moliço (Silva, 1985).

Para além do seu interesse económico, o moliço desempenha funções de grande importância ecológica: serve de abrigo e de alimento a diversas espécies de peixes, contribui para a produção de nutrientes detriticos e actua como acumulador de matéria orgânica e energia, estabilizando os sedimentos do fundo.

2.6.5 - Produção de Sal

A extracção de sal é praticada na região de Aveiro desde tempos que antecedem a fundação da nacionalidade. São conhecidos registos históricos da sua existência desde o séc. X (Oliveira, 1988). Nessa época as salinas restringiam-se aos lugares mais abrigados da antiga baía e ao estuário do Vouga, existindo referências da sua localização em Alquerubim, Ílhavo e Vagos. Esta actividade assumia uma elevada importância na vida produtiva da região, mantendo-se rentável até à década de 70, época em que existiam cerca de 270 salinas a sal, com uma produção total de cinquenta mil toneladas, a partir dessa

altura, registou-se um declínio acentuado. Em 1994, restavam perto de 50 marinhas em actividade, com uma produção de aproximadamente cinco toneladas (Martins, 1997).

A decadência da actividade salícola está associada a múltiplos factores (Bóia, 1985) entre os quais se destacam a rejeição da profissão pelos descendentes dos marnotos, que passaram a procurar trabalhos menos “duros” e mais bem remunerados; a falta de mão-de-obra para a manutenção e desenvolvimento de toda a actividade da marinha e o uso generalizado do frio para a conservação de alimentos, o que originou uma diminuição da procura de sal marinho. Actualmente o salgado de Aveiro ocupa áreas de sapal, encontrando-se a maioria das salinas localizadas em ilhas. As salinas distribuem-se por cinco grupos: o do Sul, o do Mar, o do Norte, o de S. Roque e o do Monte Farinha.

CAPÍTULO III

CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

3.1 - TAXONOMIA E MORFOLOGIA

3.1.1 - *Solen marginatus*



REINO ANIMALIA

FILO MOLLUSCA

CLASSE BIVALVIA

ORDEM VENEROIDA

FAMÍLIA SOLENIDAE

GÉNERO SOLEN

ESPÉCIE *SOLEN MARGINATUS* (Linnaeus, 1758)

Concha frágil, quebradiça, equivalve; não equilateral. Concha rectangular muito alongada com margem ventral e dorsal rectilíneas, com as extremidades truncadas quase verticalmente e abertas. Perióstraco castanho-claro e ligamento castanho-escuro. Cada valva tem um dente cardinal e não tem dente lateral. Superfície externa da concha com suaves linhas concêntricas e com um sulco paralelo e próximo do bordo anterior. Os anéis de crescimento encontram-se bem definidos. Interior da concha branco. Impressão anterior do músculo adutor curta, não ultrapassando a extremidade posterior do ligamento. Em alguns exemplares juvenis a impressão do músculo adutor posterior conflui em toda a sua extensão com o bordo superior do sinus paleal, nos exemplares adultos encontra-se separada, com excepção da sua zona central. Os exemplares de maiores dimensões podem atingir 12,7 cm de comprimento (Tebble, 1966).

Esta espécie, vulgarmente conhecida na Ria de Aveiro por lingueirão é também, segundo Sanches (1992), designada por: antal, cadela, canivete, caravela, faca, langueirão, ligueirão, linguarão, lingueirão, lingueirão-canudo, lingueirão-direito-europeu, lingueirão-europeu, navalha, navalha-direita-europeia e navalha-europeia.

3.1.2 - *Venerupis pullastra***REINO** ANIMALIA**FILO** MOLLUSCA**CLASSE** BIVALVIA**ORDEM** VENEROIDA**FAMÍLIA** VENERIDAE**GÉNERO** VENERUPIS**ESPÉCIE** *VENERUPIS PULLASTRA* (Montagu, 1803)

Concha sólida, equivalve; não equilateral, com o bordo dorsal posterior quase direito e horizontal. Coloração que pode variar desde o creme, cinzento, castanho-claro ou branco amarelado; por vezes com formas ou desenhos em ziguezague de cor castanha ou púrpura. Perióstraco fino e liso. Superfície externa da concha com estrias concêntricas irregulares, normalmente mais pronunciadas na zona posterior e estrias radiais muito finas. Os anéis de crescimento encontram-se bem definidos. Interior da concha branco brilhante, por vezes manchado de púrpura perto do bordo posterior. Cada valva apresenta três dentes cardinais; o dente central da valva esquerda, o central e o posterior da valva direita são bífidos. Não têm dentes laterais. Os sífões apresentam-se unidos ao longo de quase toda a sua extensão, excepto na zona terminal (Aguierre, 1973). O sinus paleal estende-se para além do eixo mediano da face interna da concha, deixando um espaço estreito entre o seu bordo inferior e a linha paleal, com a qual pode confluir na zona terminal. Os exemplares de maiores dimensões podem atingir cerca de 5 cm de comprimento (Tebble, 1966).

Esta espécie é conhecida na Ria de Aveiro por amêijoa-macha, sendo também apelidada de amêijoa-judia noutras regiões de Portugal (Sanches, 1992).

3.2 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E HABITAT

Solen marginatus é uma espécie que se encontra em estuários, lagoas costeiras e no litoral costeiro. Vive enterrada em fundos de areia, areia lodosa ou areia grossa na zona entre marés até aos 20 metros de profundidade (Macedo *et al.*, 1999). A concha lisa, longa, fina e com o bordo cortante parece favorecer uma rápida mobilidade vertical através do substrato podendo atingir profundidades de 40 cm (Santos *et al.*, 1986).

Distribui-se desde as costas da Noruega e Mar Báltico até à Península Ibérica e Mediterrâneo, e do Mar Negro para sul ao largo da costa Africana até ao Senegal (Tebble, 1966), (Fig. 3.1).

O biótopo de *Venerupis pullastra* estende-se desde a zona entre marés até cerca de 37 metros de profundidade (Tebble, 1966), encontrando-se preferencialmente na zona sublitoral (Figueras, 1956; Aguierre, 1973). Prefere zonas abrigadas com correntes fracas ou moderadamente fortes. Vive em fundos de areia, lodo ou cascalho onde se enterra até uma profundidade de 5 cm. Por vezes fixa-se a pequenas pedras ou conchas pelos filamentos do bisso. A variedade *saxatilis* vive dentro ou em fendas de rochas, apresentando-se quase sempre distorcida (Macedo *et al.*, 1999).

Distribui-se em redor das ilhas Britânicas, ocorrendo desde o norte da Noruega, Báltico, Península Ibérica e costa Atlântica de Marrocos (Tebble, 1966), (Fig. 3.2).



Figura 3.1. Distribuição geográfica de *Solen marginatus* (Macedo *et al.*, 1999).

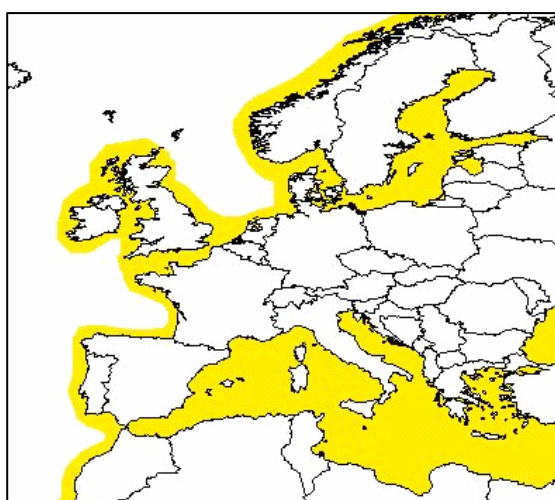


Figura 3.2. Distribuição geográfica de *Venerupis pullastra* (Macedo *et al.*, 1999).

3.3 - NUTRIÇÃO

O regime alimentar dos moluscos bivalves varia, naturalmente, de acordo com o nicho ecológico que ocupam. É constituído essencialmente por partículas orgânicas em suspensão (bactérias, protistas, diatomáceas, ovos e larvas de invertebrados, fibras vegetais e detritos de natureza variável) e substâncias orgânicas dissolvidas na água (Grassé, 1960). Estas partículas são capturadas através da filtração da água pelas brânquias e as substâncias orgânicas dissolvidas são por vezes absorvidas directamente pelo estômago (Henriques, 1998).

As brânquias ou ctenídios dos lamelibrânquios são estruturas em forma de W constituídas por numerosos filamentos branquiais que se ligam entre si formando lamelas. As brânquias dispõem-se entre a face interna do manto e a massa visceral do bivalve dividindo longitudinalmente a cavidade paleal em duas câmaras: infrabranquial e suprabranquial (Grassé, 1960; Storer & Usinger, 1974).

Os filamentos branquiais são revestidos por um epitélio vibrátil com uma série de zonas ciliares bem definidas. Os cílios laterais de cada filamento são responsáveis pelo mecanismo de bombeamento da água para o interior e para o exterior da cavidade paleal. Estes cílios criam as correntes inalantes (câmara infrabranquial) e exalantes (câmara suprabranquial), que entram e saem pelos respectivos sifões. A circulação da água não se processa de um modo contínuo, sendo o seu ritmo influenciado por diversos factores exógenos (períodos de emersão ou imersão, temperatura, salinidade, pH, turbidez, densidade populacional, agitação da água) e endógenos (estímulos nervosos) (Grassé, 1960).

Os cílios laterofrontais e o muco que recobre a superfície das brânquias são responsáveis pelo mecanismo de filtração branquial. As partículas orgânicas, capturadas por filtração branquial, aderem à secreção mucosa e são impulsionadas pelo batimento ciliar laterofrontal na direcção dos cílios frontais. As partículas são então transportadas pelos cílios frontais até à boca, onde são introduzidas pelos palpos labiais, e conduzidas até ao estômago onde ocorre a digestão (Grassé, 1960; Morton, 1983).

As partículas alimentares não digeridas são transportadas ao longo do intestino e expelidas pelo ânus. Por vezes as partículas podem ser excretadas antes da filtração sob a forma de pseudofeces. O material demasiado grosseiro ou até inerte, incapaz de ser digerido, é rejeitado pelos palpos labiais e acumulado em determinadas zonas do bordo inferior da cavidade paleal (Grassé, 1960; Ruano *et al.*, 1998). Quando os bivalves fecham vigorosa e periodicamente as valvas, a água é forçada a sair pela abertura inalante, arrastando consigo as pseudofeces (Ruppert & Barnes, 1991).

3.4 - IMPORTÂNCIA COMO RECURSOS HALIÊUTICOS

A pesca na Ria de Aveiro é uma actividade com elevado valor sócio-económico. A exploração de moluscos bivalves em bancos naturais e em áreas concessionadas assume uma especial importância em toda a laguna. Entre as principais espécies exploradas destacam-se o berbigão (*Cerastoderma edule*), amêijoia-rainha (*Ruditapes decussatus*), amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*), longueirão (*Solen marginatus*), mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*) e ostra (*Crassostrea sp.*).

O berbigão e as amêijoas representam as pescarias mais importantes da região lagunar e a sua produção destina-se quase exclusivamente à exportação, especialmente para Espanha. Carneiro *et al.* (2002), analisaram os registos de desembarque das embarcações licenciadas para operar na Ria de Aveiro e observaram que a espécie mais descarregada foi o berbigão (77%). As outras espécies são geralmente capturadas em reduzida escala para consumo local ou apenas “cultivadas” em viveiros (Borrego *et al.*, 1994). Contudo, nos últimos anos, a captura do longueirão tem vindo a notabilizar-se pela sua abundância, facilidade de captura e crescente valorização comercial (12 euros/kg).

Esta espécie é capturada em bancos areno-vasosos, permanentemente submersos, ou emersos em baixa-mar com adriça ou sal comum. A adriça é um utensílio de mão constituído por uma haste em aço inox com cerca de 80 cm de comprimento que termina numa ponta alargada, normalmente em forma de cone ou seta. O longueirão quando enterrado forma dois pequenos orifícios adjacentes (em forma de oito) na superfície do sedimento, produzidos pelos sifões exalante e inalante. A adriça é introduzida nestes

orifícios facilmente identificáveis pelos mariscadores, e é retirada após ter trespassado o bivalve no sentido antero-posterior, aproveitando a abertura entre as valvas (ver figura 1 em anexo). O outro método consiste na introdução de sal nos orifícios produzidos pelos sífões do longueirão na superfície do sedimento, o que provoca a sua ascensão e subsequente captura.

A pesca de amêijoa-macha é exercida em bancos naturais expostos na maré baixa de águas vivas, onde a sua captura é realizada por profissionais apeados, ou em bancos naturais permanentemente submersos, geralmente a bordo de embarcações tipo bateira e com o auxílio de uma arte de pesca denominada “cabrita” ou “berbigoeira”. A cabrita é constituída por um ancinho, de dimensões variáveis, com um aro ao qual está adaptado um saco de rede. A esta estrutura está ligado um cabo de madeira com cerca de cinco metros de comprimento, podendo atingir nalguns casos os 12-15 metros. Esta draga de mão é manejada exclusivamente por homens. O pescador, à custa de força braçal, lança a cabrita e procede à sua recolha, de modo a aproximá-la da embarcação (ver figura 2 em anexo) (Moreira, 1992; Carneiro *et al.*, 2002).

Na última década tem-se observado com regularidade a apanha ilegal de amêijoa por mergulhadores. O mergulho autónomo permite capturas muito superiores às obtidas pelos métodos tradicionais, dado que a apanha é realizada unicamente nos fundos onde se detectam visualmente os bivalves. Os bancos de bivalves situam-se na zona central da laguna, em particular nas áreas próximas da barra onde a influência marinha é dominante. A amêijoa-macha ocorre preferencialmente no Canal de Mira (entre o Forte da Barra e a Costa Nova), no Canal de Ovar (até à Torreira), entre o Bico do Muranzel e a Murtosa e, ainda, na Cale da Moacha e na Carreira de Aveiro (Marques *et al.*, 1993).

A exploração dos bivalves está condicionada pela sazonalidade de outras pescarias, nomeadamente a do choco, que decorre entre Março e Julho, e pela interdição da sua captura em períodos de ocorrência de biotoxinas, sobretudo durante o Verão.

O número de mariscadores oficialmente inscritos na repartição marítima da Capitania do Porto de Aveiro, desde 1999 até 2005, é de 180 (fonte: Capitania do Porto de Aveiro). No

entanto, o esforço de pesca exercido sobre os bivalves é difícil de quantificar porque o produto das capturas não passa pelo controlo das lotas. Em 2000, por exemplo, das 586 embarcações licenciadas para a pesca na laguna só menos de metade (47,4%) é que registaram, pelo menos, um desembarque em lota (Carneiro *et al.*, 2002). Para além disso, existe um elevado número de mariscadores, não credenciados, que desenvolvem toda uma pesca ilegal para consumo próprio ou para venda local e, ainda, veraneantes que praticam a apanha como actividade lúdica.

Sobral (2000) confirma a inexistência de estatísticas fidedignas dos desembarques de bivalves (berbigão, amêijoia-boia, mexilhão, amêijoia-macha e longueirão) na Ria de Aveiro e indica uma produção em bancos naturais de cerca de 5000 toneladas por ano. A acrescentar a esta actividade de exploração refere também uma produção de amêijoia e ostra, em áreas concessionadas no Canal de Mira, na ordem das 150 toneladas anuais. A moluscicultura tem também vindo a desenvolver-se a montante do Canal de S. Jacinto, tendo sido fundeadas 10 jangadas para a cultura de mexilhão (Carneiro *et al.*, 2002).

Em 1993, Marques *et al.*, com base em inquéritos realizados a pescadores profissionais, elaboraram mapas de distribuição da amêijoia-macha na Ria de Aveiro e estimaram os montantes de capturas com cabrita por tempo e área de pesca. Os valores das capturas diárias por pescador oscilaram entre os 3 a 6 kg, para um período de 3 a 6 horas de pesca, numa área de arrasto entre os 4 a 10 m². Os mesmos autores, através de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Investigação das Pescas (INIP) relativos ao peso do pescado vistoriado, estimaram uma produção de amêijoia (proveniente de bancos naturais/áreas concessionadas) que rondava os 200 mil kg/ano (amêijoia-macha - 196 mil kg/ano; amêijoia-rainha - 8 mil kg/ano).

A maior parte da produção nacional de moluscos bivalves encontra-se na Ria Formosa, onde constitui uma actividade aquícola tradicional. Nesta região, a produção baseia-se na captura de juvenis nos bancos naturais e na sua transposição para zonas entre marés concessionadas aos produtores (Rocha, 1995). Os estuários do Tejo e do Sado, a Lagoa de Óbidos, a Ria de Aveiro e mais a norte os estuários do Mondego, do Lima e do Minho apresentam também fortes potencialidades para a cultura de bivalves (Amaral, 1995).

Apesar de não ser a espécie com maior expressão ao nível da moluscicultura, tem-se observado uma crescente procura de *Venerupis pullastra*. Nesse sentido, e tendo em conta o interesse comercial desta espécie, Camacho (1980) estudou a sua biologia, dando particular atenção ao crescimento e à reprodução. Ruano, em 1985, efectuou estudos patológicos em exemplares da Ria de Aveiro. Nos finais da década de oitenta foram realizados os primeiros ensaios sobre a sua cultura em Portugal. Vieira (1989) estudou a adaptação à natureza de larvas de *Venerupis pullastra* produzidas em laboratório.

Massapina & Arrobas (1991) apresentaram alguns resultados sobre fecundação, cultura larvar e pós larvar. Albentosa *et al.* (1991) investigaram o crescimento larvar da espécie quando submetida a diferentes dietas. No mesmo ano, Vília *et al.* (1991) publicaram os primeiros dados sobre a predação de juvenis de *Venerupis pullastra* por *Carcinus maenas* (caranguejo verde), em condições laboratoriais.

São de realçar também os trabalhos de crescimento realizados em populações de amêijoamacha no norte da Inglaterra (Johannessen, 1973), na Galiza (Mejuto, 1984) e no estuário do Mira (Rafael, 1991), e sobre a actividade reprodutiva e condição da espécie na Ria de Vigo (Villalba *et al.*, 1993) e na Ria de Aveiro (Amaral, 1995).

No caso do longueirão é conhecido o trabalho de Santos *et al.* (1986) que estudaram a estrutura, dinâmica e produção de uma população de *Solen marginatus* na Ria Formosa, e os estudos na área da reprodução de Rodriguez-Moscoso *et al.* (1996) e de Bruzon *et al.* (2000), na Ria de Ortigueira e na Baía de Cádiz, respectivamente.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

4.1 - ÁREA DE ESTUDO: CANAL DE MIRA

A escolha do Canal de Mira baseou-se principalmente na inviabilidade de um estudo desta natureza em todo o sistema lagunar na Ria de Aveiro e porque é precisamente nos bancos naturais localizados neste canal que as espécies estão sujeitas a uma exploração comercial mais intensa.

O Canal de Mira está limitado a oeste pelo Oceano Atlântico e a leste por uma extensa faixa rural e urbana que compreende as Gafanhas da Nazaré, Encarnação, Carmo, Vagueira, Boa-Hora e Areão (Fig. 4.1 C). Este canal estende-se 14 km para sudoeste, paralelamente à linha de costa, e tem uma largura máxima de 300 m (Oliveira, 1988). Apresenta profundidades que variam entre os 9 m, numa restrita área a jusante, e os 0,5 m, a montante (Queiroga, 1995).

Quando a barra da Ria se situava na Vagueira, o canal alongava-se por mais 6 km até à barrinha de Mira. Depois da obstrução desta barra no séc. XVI, o canal estreitou entre a Vagueira e a Gafanha do Areão, tendo ficado com uma largura de 6 m e com uma profundidade de 0,3 m (Oliveira, 1988).

O Canal de Mira pode ser considerado como um pequeno estuário poiquilo-halino, onde os efeitos da maré e da precipitação desempenham um papel preponderante. Durante a enchente recebe cerca de 20% do prisma de maré da Ria de Aveiro, e a montante, no extremo oposto do canal, recebe um fluxo contínuo de água doce através de um sistema de ribeiras e lagoas ligadas à Barrinha de Mira (Moreira *et al.*, 1983; Vicente, 1985).

A influência oceânica diminui progressivamente para montante. A amplitude de maré decresce entre a embocadura, onde é semelhante à oceânica, e a zona da Vagueira, onde é cerca de 0,6 m inferior. Entre estas duas zonas observam-se desfasamentos nos estofos de maré que podem, em baixa-mar, cifrar-se em atrasos de 3 horas (Marques *et al.*, 1993).

Também a velocidade da corrente e a salinidade diminuem significativamente com o afastamento à embocadura. O canal apresenta, ao longo do seu curso, um forte gradiente de

salinidade, sujeito a variações sazonais. Próximo da barra, a salinidade ultrapassa por vezes os 35,1, podendo no outro extremo do canal, atingir os 0 (Moreira *et al.*, 1993). A intensidade das correntes decresce para montante, sendo atingidas velocidades médias durante a enchente na ordem de $0,1 \text{ ms}^{-1}$ (Marques *et al.*, 1993).

Durante o Inverno a temperatura da água decresce para montante, enquanto que no Verão se observa o inverso (Moreira *et al.*, 1993). Relativamente ao oxigénio dissolvido, este apresenta valores mais elevados a montante, onde se registam picos de sobressaturação durante o dia e baixas concentrações durante a noite, que se relacionam com a actividade fotossintética do fitoplâncton e da vegetação aquática (Moreira *et al.*, 1993). Os valores de pH correlacionam-se com os de oxigénio dissolvido e variam entre 6,8 e 8,9 (Moreira *et al.*, 1993). O leito do canal é composto por areia fina, areia média, areia-vasosa e vasa arenosa, predominando no entanto fundos de areia média e areia-vasosa (Moreira *et al.*, 1993).

No que diz respeito à amplitude de maré, salinidade e temperatura da água, o Canal de Mira apresenta um gradiente estuarino longitudinal típico, associado com a distância à barra. Observam-se também gradientes laterais relacionados com a velocidade da corrente, a profundidade e a composição do sedimento (Moreira *et al.*, 1993).

Em função destes gradientes podem estabelecer-se três zonas distintas: uma externa, situada a jusante, com uma influência marinha dominante; uma zona média ou de mistura e uma zona interna, situada a montante, com uma forte influência dulçaquícola (Moreira *et al.*, 1993).

4.2 - AMOSTRAGEM

Para a captura do longueirão foi seleccionado um banco de areia e lodo intermareal, frequentemente utilizado como local de recolha de bivalves durante os períodos de baixa-mar, situado na margem nascente do Canal de Mira, entre a Ponte da Barra e o Clube de Vela da Costa Nova. Iniciou-se um programa de amostragens mensais entre Maio de 2002 e Agosto de 2003. Os exemplares foram colhidos em maré-baixa, tendo sido utilizada para

o efeito uma adriça. A amêijoia-macha foi capturada, entre Abril de 2002 e Maio de 2003, por arrasto com ganchorra (ver figura 3 em anexo) num banco natural permanentemente submerso, situado em frente à Lota de Aveiro (Fig. 4.1 C).

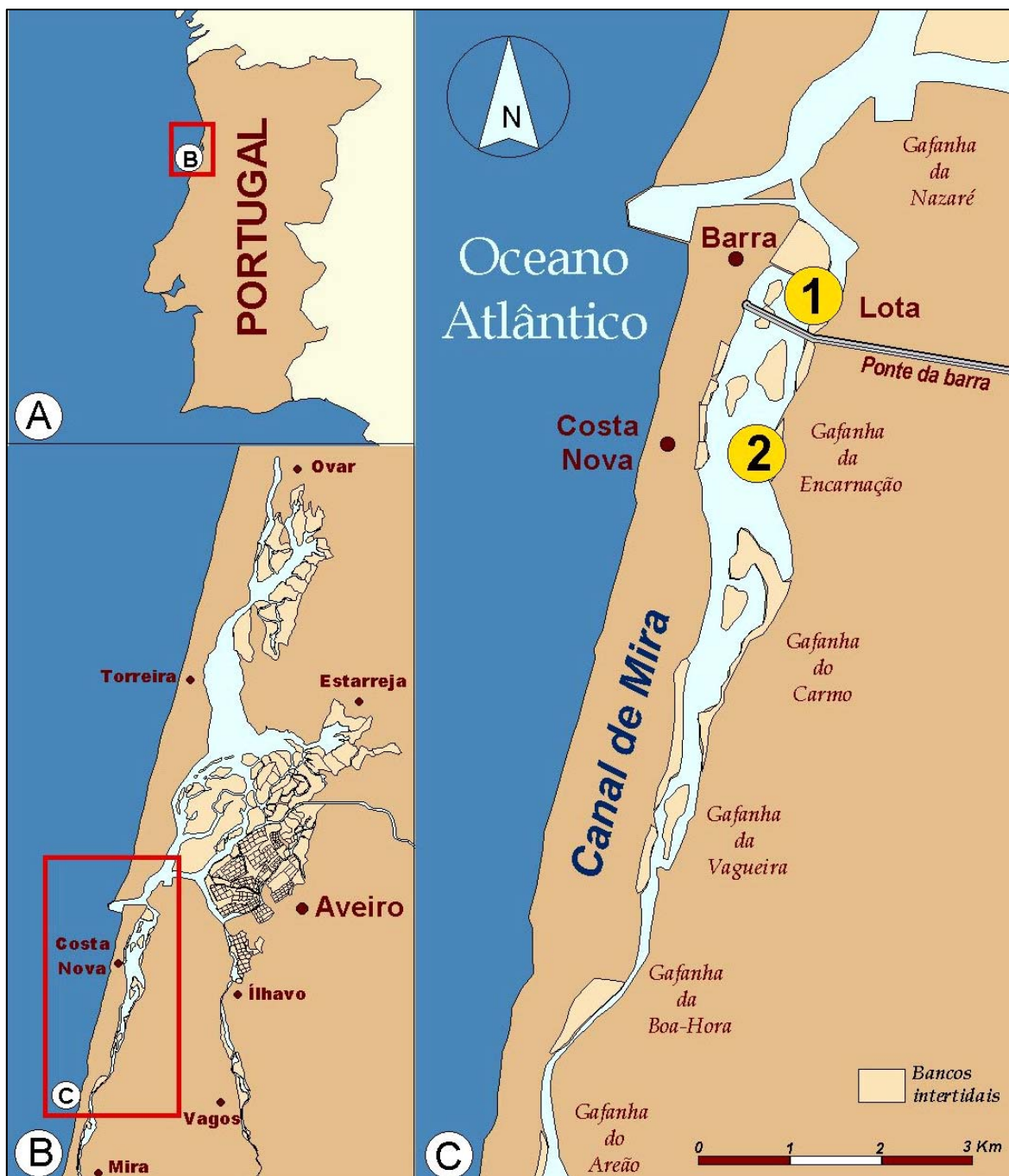


Figura 4.1. Localização da área de estudo e do local de recolha de *Venerupis pullastra* ① e *Solen marginatus* ② . (A), Portugal; (B), Ria de Aveiro; (C), Canal de Mira.

Esta área é caracterizada por uma elevada riqueza específica. De facto, verifica-se que entre a Barra e a Costa Nova ocorrem aproximadamente 90% das espécies de afinidade marinha e estuarinas encontradas no Canal de Mira, sendo cerca de 40% exclusivas desta zona (Moreira *et al.*, 1993).

Dada a sua proximidade à barra apresenta uma constante renovação das águas sendo considerada como uma das zonas do Canal de Mira menos afectada pela poluição orgânica e fecal (Alcântara *et al.*, 1988).

4.3 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Para determinar uma possível influência dos parâmetros físico-químicos no crescimento e no desenvolvimento do ciclo gametogénico das duas espécies, registaram-se durante o período de estudo e no início de cada operação de pesca os valores da salinidade e da temperatura da água. Estes valores foram obtidos com uma sonda multiparâmetro WTW modelo LF 197.

A variação da salinidade e da temperatura da água no local de amostragem do longueirão e da amêijoa-macha pode ser seguida pelas figuras 4.2 e 4.3, respectivamente. A análise destes dados deve ser feita com prudência dado que a sua determinação foi realizada apenas uma vez por mês, no momento da colheita dos organismos. No entanto, permite obter uma informação geral sobre o padrão de variação sazonal da salinidade e da temperatura nos locais de amostragem.

Na zona de captura do longueirão registou-se a salinidade máxima em Julho de 2002 (33,7) e a mínima em Maio de 2003 (20,2). Nos meses de Outubro e Novembro de 2002 e em Abril e Maio de 2003, ocorreram diminuições acentuadas na salinidade da água. De acordo com Moreira *et al.* (1993), a salinidade neste canal é significativamente influenciada pela precipitação. Barroso (1995a) observou o mesmo fenómeno, tendo relacionado os períodos de redução de salinidade com variações sazonais da pluviosidade.

No que diz respeito à temperatura da água, observaram-se os valores mais baixos no Inverno, tendo sido atingido o valor mínimo de 10,8 °C em Janeiro de 2003. Os valores mais altos de temperatura ocorreram no Verão, tendo-se registado um pico máximo de 19,6 °C em Julho de 2003. A temperatura diminuiu entre os meses de Outubro e Janeiro, e a partir de Fevereiro, aumentou gradualmente até alcançar valores máximos no Verão.

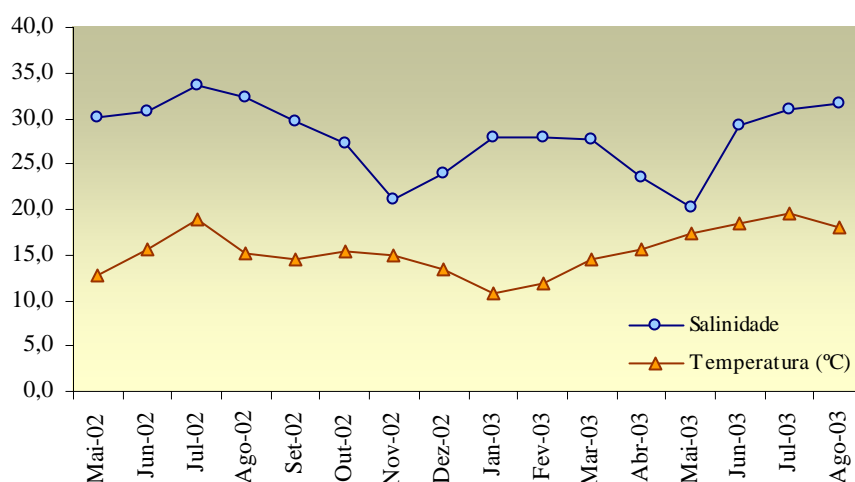


Figura 4.2. Evolução da salinidade e da temperatura da água no local de captura do longueirão.

A salinidade no local de amostragem da amêijoia-macha apresenta valores mais elevados do que no local de captura do longueirão, tal facto poder-se-á justificar pela sua proximidade da barra e maior influência da água do mar neste local. O valor mínimo de salinidade (28,8) foi registado em Fevereiro de 2003 e o máximo (34,9) em Abril de 2002. A temperatura da água medida neste local nas diversas campanhas de amostragem variou entre 9,7 °C e 19,2 °C, registando-se a temperatura máxima em Maio de 2003 e a mínima em Janeiro do mesmo ano.

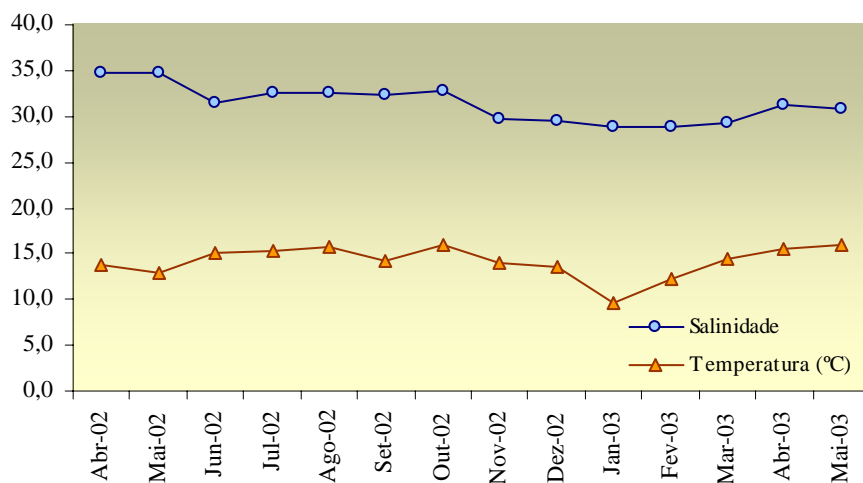


Figura 4.3. Evolução da salinidade e da temperatura da água no local de captura da amêijoia-macha.

CAPÍTULO V

ESTUDO DO CRESCIMENTO DE *S. MARGINATUS* E *V. PULLASTRA*

5.1 - INTRODUÇÃO

5.1.1 - Fundamentos Teóricos do Crescimento

Os moluscos bivalves são animais de simetria bilateral providos de uma concha externa, cuja existência facilita a determinação da idade e permite o estudo do crescimento. A concha dos moluscos bivalves é um compósito biocerâmico constituído por cristais de carbonato de cálcio (CaCO_3), sob a forma de aragonite e/ou calcite, incrustados numa estrutura orgânica constituída por proteínas e polissacarídeos (Morales, 1983; Checa, 2005).

A concha é segregada pelo manto e apresenta, geralmente, três camadas: (i) a camada externa ou perióstraco, constituída por conchiolina, uma mistura de proteínas curtidas pela quinona, tem como função proteger as camadas calcárias da dissolução pelo ácido carbónico da água (Storer & Usinger, 1965; Kükenenthal, 1986); (ii) a camada intermédia, composta por elementos prismáticos calcários (de aragonite ou calcite) que se dispõem perpendicularmente à superfície. (Kükenenthal, 1986; Chícharo, 1994; Gaspar, 1996); e (iii) a camada interna ou camada de madrepérola/nácar, por vezes ausente nalguns bivalves, formada por lamelas horizontais de aragonite (Morales, 1983; Kükenenthal, 1986; Chícharo, 1994) (Fig. 5.1).

Corte geral da concha

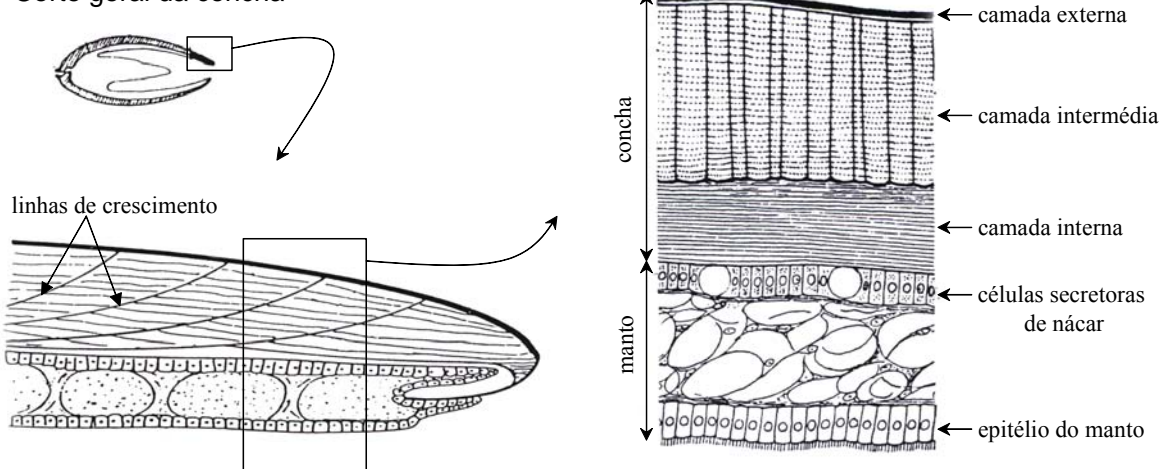


Figura 5.1. Esquema representativo da estrutura interna de uma concha de moluscos bivalves (adaptado de Storer & Usinger, 1965 e de Morales, 1983).

O estudo do crescimento assume dois aspectos: por um lado, a caracterização morfológica da espécie, e por outro, a determinação da relação entre um determinado parâmetro morfométrico (geralmente o comprimento da concha ou o peso do animal) e a idade.

A morfologia da concha dos bivalves é influenciada por factores exógenos (latitude, profundidade, agitação da água, exposição à ondulação, correntes, tempo de exposição entre marés, tipo de sedimentos e natureza do substrato) e por factores endógenos (modo, eficiência e capacidade de escavação) (Grassé, 1960; Newell, 1982; Beukema, 1985; Gaspar, 2002; de la Huz, 2002).

A caracterização morfológica baseia-se fundamentalmente na relação entre as três medidas lineares (comprimento, altura e espessura) e na relação entre o comprimento e o peso. Esta informação permite comparar espécies de diferentes áreas geográficas (determinação de subespécies, variações dentro da mesma espécie, etc.). Desempenha também um papel relevante em modelos de gestão de pescas e na regulamentação do exercício da pesca, quando aplicada em estudos de selectividade das artes (Gaspar, 2002).

O conhecimento da idade é fundamental em estudos de dinâmica populacional e na investigação aplicada à gestão das pescas. A primeira preocupação na gestão racional das pescarias consiste em determinar o ponto de equilíbrio entre a capacidade de crescimento da população explorada (stock) e o esforço de pesca exercido pelo Homem, de modo a otimizar os rendimentos sem prejudicar a recuperação do stock.

Um stock encontra-se em equilíbrio se, durante um determinado período de tempo, o seu incremento em peso (biomassa) for igual ao seu decréscimo. Nos stocks onde não existe emigração nem migração, a variação da biomassa resulta do equilíbrio entre os efeitos negativos da mortalidade natural e da causada pela pesca, e os efeitos positivos do crescimento e do recrutamento (Fig. 5.2) (Barroso, 1995b; King, 1995).

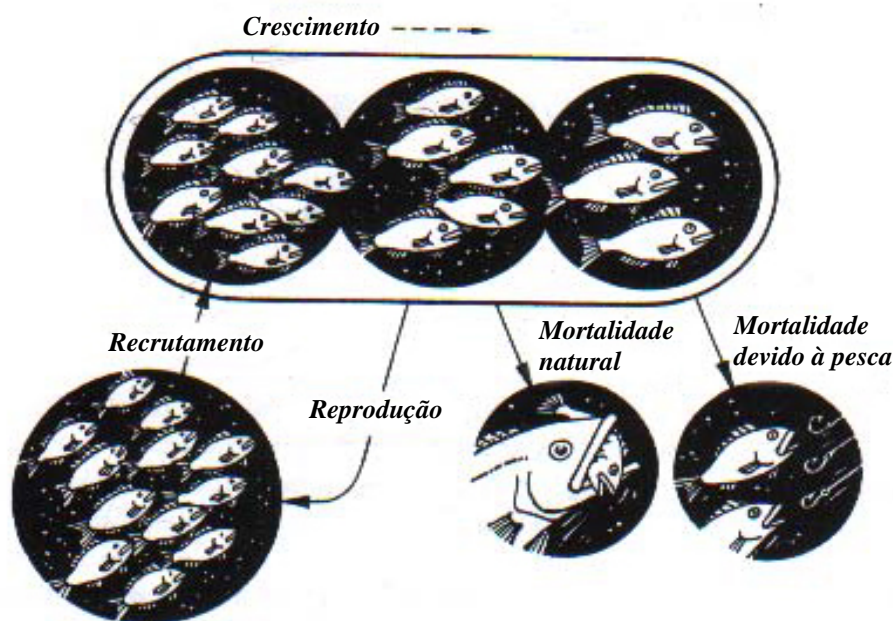


Figura 5.2. O stock como um sistema biológico simples. Factores que contribuem para a variação da biomassa de uma população explorada pela pesca (adaptado de King, 1995).

Quando a exploração de um determinado recurso é muito intensa, o número de efectivos reprodutores pode ser reduzido de tal forma que, impossibilita a manutenção do equilíbrio natural da população através do recrutamento. Para evitar o declínio ou o colapso dos recursos haliêuticos é necessário compreender e prever a forma como estes reagem quando se alteram os factores de variação.

O crescimento, ao contrário da natalidade e da mortalidade, não afecta directamente os efectivos do stock. Contudo, ao intervir na reprodução e na taxa de sobrevivência dos indivíduos, contribui decisivamente para a dinâmica das populações.

Um dos objectivos do estudo do crescimento é a determinação, com a maior exactidão possível, da relação entre a idade e o parâmetro morfométrico escolhido, e expressá-la por modelos matemáticos de crescimento. Estes modelos traduzem o aumento de peso ou comprimento por unidade de tempo, sendo por isso particularmente úteis em estudos de avaliação de pescarias.

Existem vários métodos para determinar a idade nos moluscos bivalves: (i) análise de distribuição de frequências (Tanaka, 1962; Bhattacharia, 1967); (ii) experiências de marcação e recaptura (Kesler, 1997; Sejr, 2002); (iii) estudo do crescimento em cativeiro (Vilela, 1941; Camacho, 1980; Urban, 2002; Oshima, 2004); (iv) leitura de anéis anuais de crescimento na superfície da concha (Guerreiro, 1995; Metaxatos, 2004); (v) leitura de micro-anéis de crescimento recorrendo à análise petrológica de finas secções longitudinais da concha (Cerrato, 2000; Fujikura, 2003; Fiori, 2004; Schöne, 2005a, 2005b); (vi) análise e leitura de micro-anéis de crescimento utilizando a técnica da película de acetato (Ramon, 1992; Richardson, 1993; Barroso, 1995b; Gaspar, 1995; Laudien, 2003); (vii) análise das variações da razão dos isótopos $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ e dos elementos químicos Mg:Ca e Sr:Ca presentes na concha dos bivalves (Brey, 1997; Lomovasky, 2002; Keller, 2002; Schöne, 2003; Richardson, 2004).

A concha dos moluscos bivalves apresenta, na sua superfície externa, anéis conspícuos e estrias concêntricas representativas do crescimento. Os anéis anuais formam-se devido a um processo de crescimento descontínuo da concha, ou seja, resultam de uma redução ou paragem do crescimento, seguida por uma fase de crescimento mais acelerado (Barroso, 1995a). Estas variações na taxa de crescimento podem ser provocadas por factores de ocorrência periódica ou ocasional.

Os verdadeiros anéis anuais de crescimento, de ocorrência periódica, são geralmente formados por: (i) flutuações sazonais da disponibilidade alimentar e dos parâmetros físico-químicos da água (Grant, 1996; Urutia, 1999; Pilditch, 1999; Marsden, 2004); (ii) alterações graduais do estado fisiológico dos animais, principalmente as relacionadas com a reprodução (durante este período a maior parte da energia acumulada é empregue na maturação e emissão de gâmetas) (Barroso, 1995b; Dame, 1996; Gaspar, 1996).

Podem ainda formar-se outros anéis (falsos anéis anuais) que não se enquadram no padrão normal de crescimento e que são provocados por factores de ocorrência ocasional: (i) alterações súbitas dos parâmetros físico-químicos da água devido a ciclones ou outros fenómenos naturais (Grassé, 1960; King, 1995); e (ii) doença, predação ou traumatismos causados por artes de pesca (Ramon, 1992; Gaspar, 1994; Ramsay, 2000; Kaiser, 2000).

A determinação da idade nos moluscos bivalves com base na leitura directa de anéis visíveis na superfície da concha pode conduzir a uma estimação errada da idade. Estes erros estão frequentemente associados à: incapacidade de distinção entre os falsos e os verdadeiros anéis anuais de crescimento; dificuldade na leitura dos primeiros anéis anuais, devido à erosão da concha; impossibilidade de distinguir os últimos anéis anuais em espécies de grande longevidade, dada a tendência para a sobreposição dos anéis de crescimento com a idade; e pouca perceptibilidade dos anéis anuais de crescimento em determinadas espécies. A análise da microestrutura da concha dos bivalves permite, em muitos casos, ultrapassar estes problemas. Esta microestrutura pode ser observada ao microscópico óptico a partir de réplicas em acetato de cortes transversais das valvas ou do umbo (Richardson, 1993; Gaspar, 1995; Cerrato, 2000).

Barker (1964 *in* Barroso, 1995a; *in* Gaspar, 1996) foi o primeiro autor a estudar a microestrutura da concha de vários bivalves marinhos tendo detectado, através de métodos petrológicos, cinco padrões cíclicos e hierárquicos de deposição de micro-anéis de crescimento. Este autor indicou como causa da sua formação os seguintes factores: (i) alterações anuais da temperatura e salinidade da água (primeira ordem); (ii) marés e tempestades equinociais (segunda ordem); (iii) ciclos lunares quinzenais (terceira ordem); (iv) ciclos diários (quarta ordem) e (v) ciclos subdiários relacionados com as marés (quinta ordem).

Os micro-anéis formados pelos factores de primeira ordem apresentam um padrão característico que possibilita a identificação dos verdadeiros anéis anuais de crescimento. Cada anel anual, geralmente associado a uma fissura na superfície da concha, é antecedido por uma série de micro-anéis com uma espessura sucessivamente menor e com um ângulo de formação em relação à superfície externa da concha, progressivamente maior. A seguir a cada anel anual o sistema inverte-se, ou seja, ocorre um aumento gradual da espessura dos micro-anéis e uma diminuição do seu ângulo de formação (Barroso, 1995a). Por seu lado, os falsos anéis anuais, embora também associados a uma fissura na superfície externa da concha, são caracterizados pela súbita interrupção do padrão normal de deposição dos micro-anéis de crescimento.

Nas populações de bivalves que vivem em zonas intermareais, existe uma correlação entre a formação dos micro-anéis e a emersão/imersão dos animais durante os ciclos de maré (Barroso, 1995a). As zonas incrementais formam-se, em períodos de respiração aeróbia, quando o bivalve se encontra submerso. Durante a emersão as valvas mantêm-se fechadas e o metabolismo anaeróbio provoca uma paragem do crescimento (Lutz & Rhoads, 1977). Em populações submareais, o padrão microestrutural não apresenta nenhuma relação com os factores ambientais. A formação dos micro-anéis neste tipo de populações está relacionada com ritmos endógenos de crescimento (Barroso, 1995a; Gaspar, 1996).

Na determinação da idade dos bivalves só podem ser utilizados os anéis de crescimento cuja ocorrência tem uma periodicidade conhecida, sendo geralmente anual. Assim, os anéis devem ser submetidos a uma validação prévia, no sentido de confirmar o carácter periódico da sua formação. Entre as várias metodologias empregues na validação dos anéis destacam-se: (i) o acompanhamento da evolução do bordo das conchas ao longo do ano através de uma amostragem frequente e regular da população (Gimazane, 1971; Camacho, 1980; Ramon, 1992); (ii) experiências de marcação e recaptura (Lomovasky, 2005); (iii) a comparação das idades obtidas pela leitura dos anéis com as obtidas por outros métodos de determinação da idade (Barroso, 1995b); e (iv) a observação e interpretação dos micro-anéis de crescimento (Ramon, 1992; Richardson, 1993). De acordo com Barroso (1995b), a análise do padrão de crescimento microestrutural não é, só por si, suficiente para se poder concluir que os anéis têm uma ocorrência anual. O mesmo autor aconselha a validação da periodicidade da formação dos anéis através da utilização simultânea de pelo menos dois dos métodos descritos anteriormente.

5.1.2 - Objectivos

Neste capítulo pretende-se caracterizar morfológicamente *Solen marginatus* e *Venerupis pullastra* através da determinação das respectivas relações alométricas; estudar a variação sazonal do crescimento para uma das classes de idade; validar a periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento e estabelecer as equações de crescimento linear e ponderal das duas espécies, a partir da observação directa dos anéis anuais externos visíveis na superfície da concha e da técnica da película de acetato.

5.2 - METODOLOGIA

5.2.1 – Caracterização Morfológica das Espécies

5.2.1.1 - Relações alométricas comprimento/altura e comprimento/espessura

Para estabelecer as relações alométricas comprimento/altura e comprimento/espessura foram utilizados 2100 exemplares de cada espécie com comprimentos que variaram entre os 23,2 mm e 146,0 mm para o longueirão, e entre os 5,0 mm e 51,7 mm para a amêijo-macha.

Utilizaram-se no estudo alométrico as seguintes dimensões: o comprimento (L), maior distância no sentido antero-posterior; a altura (A), distância vertical que separa o umbo do bordo ventral; e a espessura (E), maior distância entre as duas valvas (Fig. 5.3).

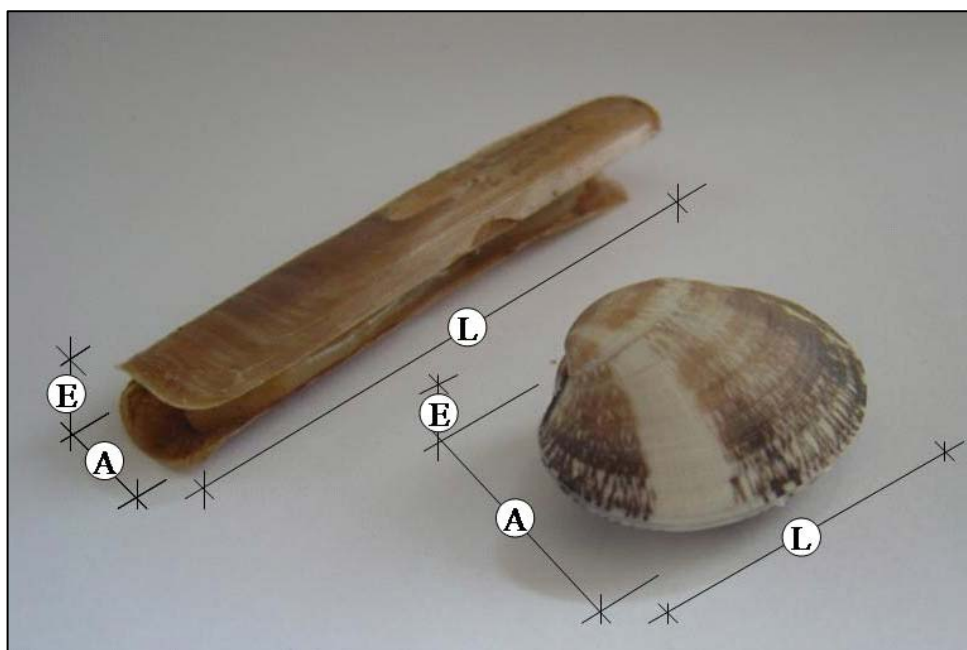


Figura 5.3. Representação esquemática das dimensões da concha. (L), comprimento; (A), altura; (E), espessura.

A relação entre as diferentes dimensões da concha, comprimento/altura e comprimento/espessura foi expressa por uma equação do tipo exponencial:

$$L=aY^b \quad (5.1)$$

em que, L corresponde ao comprimento (mm), Y à altura ou espessura (mm) e a e b são os parâmetros de alometria, sendo a o índice inicial de crescimento e b a relação entre as diferentes variáveis e o comprimento (Gaspar, 1996).

O ajuste da equação aos dados observados foi efectuado com o software STATISTICA 6.0. Os parâmetros a e b foram estimados pelo método da iteração progressiva dos mínimos quadrados (método Gauss-Newton). Para as análises de regressão efectuadas ao longo do corrente trabalho é expresso o grau de associação entre as variáveis através do coeficiente de correlação (r) e é avaliada a significância da regressão pelo teste F (sendo significativa para $P < 0,05$) (Sokal & Rohlf, 1987).

Quando a relação entre as variáveis L e Y é constante ao longo do tempo, o expoente b é igual a 1 (relação isométrica). Valores de b superiores a 1 mostram que L aumenta mais do que Y (alometria positiva) e valores de b inferiores a 1 indicam o contrário (alometria negativa). Testou-se a significância da diferença de b relativamente ao valor de 1 através do teste t -Student, sendo considerada significativa para $P < 0,05$ (Sokal & Rohlf, 1987).

5.2.1.2 - Relação alométrica peso/comprimento

Na alometria peso/comprimento foram utilizados cerca de 450 indivíduos de cada espécie. O comprimento variou entre os 26,2 mm e 133,5 mm para o longueirão; e entre os 7,1 mm e 42,2 mm para a amêijoia-macha. Utilizou-se o peso escorrido dos exemplares. Nesta etapa as conchas foram abertas, lavadas com água do mar, deixadas a escorrer por breves minutos sobre papel absorvente e por fim, pesadas numa balança electrónica (Mettler PM 2000) com a precisão de 0,01 g.

Para o estudo da relação entre o peso e o comprimento foi ajustada uma expressão do tipo exponencial aos pontos observados:

$$W=aL^b \quad (5.2)$$

em que, W representa o peso (g), L o comprimento (mm), a o índice inicial de crescimento e b a relação entre as diferentes variáveis e o peso. O ajuste desta expressão aos pontos observados foi efectuado com o programa STATISTICA 6.0.

Quando o crescimento é isométrico, o peso de um animal é proporcional ao cubo do seu comprimento (Fig. 5.4), a relação entre o peso e o comprimento mantém-se constante ao longo do tempo e o expoente b assume valores próximos de 3. Quando b é superior a 3, diz-se que existe uma alometria positiva entre as duas variáveis, se apresenta valores inferiores a 3, então ocorre uma alometria negativa. Testou-se a significância da diferença de b relativamente ao valor de 3 através do teste t -Student, sendo considerada significativa para $P < 0,05$ (Sokal & Rohlf, 1987).

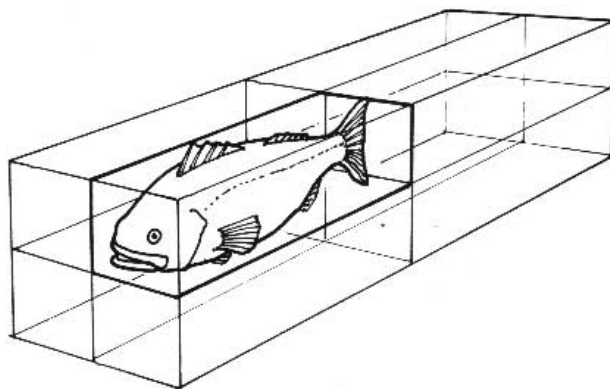


Figura 5.4. Relação cúbica entre o comprimento e o peso. Quando se duplicam todas as dimensões lineares, o volume (e por consequência o peso) aumenta oito vezes (ou 2^3) (adaptado de King, 1995).

5.2.2 - Crescimento Linear

Consideraram-se dois aspectos no estudo do crescimento linear: o crescimento sazonal, caracterizado pela variação da taxa de crescimento ao longo dos meses do ano e o crescimento anual, definido por uma equação de crescimento capaz de traduzir toda a vida do animal.

5.2.2.1 - Crescimento sazonal e validação da periodicidade dos anéis de crescimento

As experiências de marcação-recaptura (Barroso, 1995a; Kesler, 1997; Sejr, 2002; Lomovasky, 2005) e o estudo do crescimento em cativeiro (Vilela, 1941; Camacho, 1980; Urban, 2002; Oshima, 2004) permitem estudar a variação da taxa de crescimento sazonal e validar a periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento. Neste trabalho utilizaram-se as duas metodologias referidas.

O estudo do crescimento da amêijoia-macha foi efectuado em cativeiro. Em Junho de 2004, capturaram-se cerca de 500 exemplares com comprimentos entre os 14,4 mm e 48,5 mm, na estação de amostragem 1 (Fig. 4.1). De seguida, numeraram-se todos os indivíduos em laboratório com a aplicação de tinta acrílica na concha. Os exemplares marcados foram posteriormente introduzidos numa cesta de rede plástica, utilizada no cultivo de ostra, e colocados num viveiro particular perto do local de amostragem (ver figura 5 em anexo). A experiência não correu da forma esperada porque, em Outubro, todos os exemplares marcados foram “removidos” por desconhecidos. O desaparecimento dos animais, antes do período de um ano, pôs fim a este estudo.

No caso do longueirão, e tendo em conta a ecologia desta espécie, optou-se por uma experiência de marcação-recaptura. Em Julho de 2004, capturaram-se cerca de 250 exemplares com comprimentos entre os 27,2 mm e 132,1 mm, na estação de amostragem 2 (Fig. 4.1). Para evitar que os ferimentos provocados pela adriça pudessem interferir no crescimento, os animais foram colhidos com sal comum. O processo de marcação foi o descrito anteriormente, e a libertação dos indivíduos marcados ocorreu no local da sua captura. Infelizmente, não se conseguiu recapturar nenhum dos exemplares.

Resolveu-se então aplicar outro método no estudo da variação da taxa de crescimento sazonal e na validação da periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento. Este método, que consistiu no acompanhamento da evolução do bordo das conchas ao longo do ano, permitiu a consecução destes objectivos.

O crescimento sazonal da amêijoia-macha foi caracterizado através da representação gráfica da diferença entre a altura total do animal e a altura do último anel de crescimento, ou seja, a partir da distância entre o último anel e o bordo ventral da concha. Estas medidas foram posteriormente convertidas em comprimentos pela equação (5.1). Foram utilizados cerca de 200 exemplares com dois anéis de crescimento, colhidos entre Abril de 2002 e Março de 2003. A época de formação dos anéis anuais de crescimento foi determinada com base nos mesmos indivíduos tendo sido calculada para o efeito, a percentagem mensal daqueles que apresentavam o último anel de crescimento a menos de 1 mm do bordo ventral da concha.

No caso do longueirão, o crescimento sazonal foi descrito a partir da diferença entre o comprimento total da concha e o comprimento do último anel. Estudaram-se cerca de 180 exemplares com dois anéis de crescimento, capturados entre Setembro de 2002 e Agosto de 2003. A época de formação dos anéis anuais de crescimento foi determinada através do cálculo mensal da percentagem dos exemplares que apresentavam o último anel de crescimento a menos de 5 mm do bordo da concha.

5.2.2.2 - Crescimento anual

5.2.2.2.1 - Determinação da idade

O crescimento da amêijoia-macha e do longueirão foi estudado a partir de uma amostra de cada espécie colhidas no Canal de Mira em Abril e Junho de 2002, respectivamente. Os dados de idade/comprimento, obtidos pela leitura dos anéis anuais de crescimento, provêm das medidas de retorno de cada animal. Assim, foram utilizados 20 exemplares de longueirão e 30 exemplares de amêijoia-macha representativos das classes etárias mais velhas das populações, tendo sido escolhidos os indivíduos que apresentavam os anéis mais nítidos e desprezados aqueles cujos anéis eram de difícil interpretação.

Na determinação da idade aplicaram-se dois métodos de análise: a leitura dos anéis anuais externos visíveis na superfície da concha e a leitura dos anéis internos pela técnica da película de acetato. As curvas de crescimento obtidas foram posteriormente comparadas.

A técnica da película de acetato permite a determinação da idade através da análise de micro-anéis de crescimento da concha dos bivalves. O exame microscópico destas estruturas só é possível após uma série de etapas:

Preparação da concha: após a extracção dos animais com o auxílio de um bisturi, as conchas dos bivalves foram bem lavadas em água corrente, de forma a garantir a total remoção dos tecidos.

Inclusão em resina: a inclusão da valva em resina permite a execução do corte sem provocar a sua fractura. Depois de secas, as valvas foram colocadas em moldes próprios e, para facilitar o corte, orientadas segundo uma determinada posição. A inclusão fez-se numa mistura de resina e endurecedor (BUEHLER-EPOPLAST) na proporção de 2:1. Na homogeneização da mistura deve evitar-se a formação de bolhas de ar, pois estas podem dificultar a leitura dos anéis de crescimento.

Corte ou seccionamento: após a secagem da resina, os blocos foram desenhados e cortados num torno com uma serra manual de arco. O corte da concha foi orientado de forma a intersectar os incrementos de crescimento em ângulos rectos e segundo o eixo de máximo crescimento que passa pelo umbo. Assim, o corte da valva do longueirão foi efectuado no sentido antero-posterior e o da amêijoa-macha no sentido dorso-ventral (Fig. 5.5).



Figura 5.5. Orientação do corte efectuado na concha do longueirão e da amêijoa-macha.

Alisamento: nesta etapa foram eliminados da superfície de corte todos os riscos efectuados durante o seccionamento do bloco. Utilizaram-se para o efeito lixas de água com granulometrias progressivamente mais finas: 180, 360, 500, 600, 1000, 1200 e 2000.

Polimento: este procedimento permite uma perfeita adesão entre a película de acetato e a superfície do bloco onde está a concha. A superfície foi polida com um pano embebido num polidor de metais (Coração) até adquirir um brilho vítreo.

Revelação: a microestrutura da concha foi revelada por imersão das secções polidas numa solução aquosa de HCl 0,01 M. Para cada espécie existe um tempo óptimo de exposição ao ácido que está relacionado com a composição mineralógica e o estado de conservação da concha dos bivalves. Dado que um tempo de imersão demasiado prolongado pode danificar a concha, foi necessário experimentar diversos tempos até se encontrar o mais conveniente. Assim, determinou-se um tempo de imersão de 20 minutos para a amêijoamacha e de 30 minutos para o longueirão.

Lavagem e secagem: o ácido foi removido da secção polida através da imersão dos blocos em água, durante cerca de 10 minutos. Depois de lavados foram postos a secar à temperatura ambiente. Durante estas operações deve evitar-se o contacto com a superfície polida para não a danificar.

Aplicação da película de acetato: nesta última operação a película de acetato (G255 Replication Material da Agar Scientific) foi mergulhada em acetato de etilo durante cerca de 10 segundos e aplicada sobre a concha. Depois de seca (cerca de 15 minutos), a película com a réplica da concha foi removida do bloco e montada entre uma lâmina e uma lamela. Após a montagem, as preparações foram observadas ao microscópio óptico ZEISS Axioskop 2 plus.

Uma vez identificados os anéis anuais de crescimento na película de acetato, mediu-se a distância entre o umbo e cada anel com uma craveira (Fig. 5.6). Dado que as distâncias medidas não correspondem ao comprimento dos animais, houve necessidade de converter estes valores através da equação 5.1. Foram utilizados 601 exemplares de longueirão e 867 exemplares de amêijoamacha, com comprimentos entre os 26,4 e 147,3 mm, e entre os 5,0 e 49,7 mm, respectivamente.

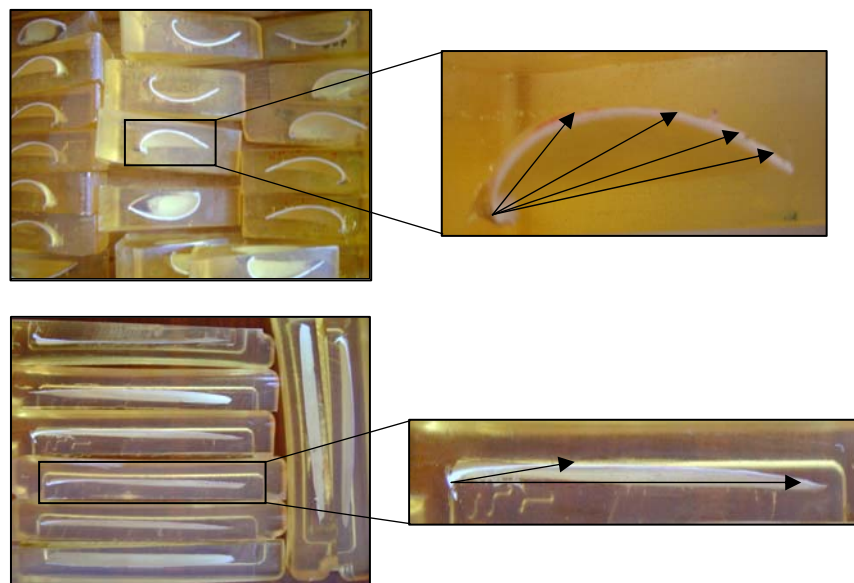


Figura 5.6. Indicação da forma como foram medidos os anéis anuais nas conchas de amêijoia-macha e de longueirão.

Com os dados obtidos construíram-se as “chaves idade-comprimento” e estabeleceram-se as respectivas equações de crescimento para a amêijoia-macha e para o longueirão. Neste estudo, consideraram-se os exemplares que exibiam 1 anel como tendo a idade 0^+ , os que apresentavam 2 como 1^+ e assim, sucessivamente.

5.2.2.2.2 - Equações de crescimento

O crescimento das duas espécies foi descrito pela equação de von Bertalanffy (5.4). Este modelo matemático tem sido frequentemente aplicado no crescimento de organismos aquáticos e foi equacionado a partir de conceitos fisiológicos, isto é, o crescimento foi considerado como a resultante da acção simultânea de processos anabólicos (proporcionais à superfície de absorção do organismo) e catabólicos (proporcionais à sua massa). Com base nestes pressupostos, e por derivação de outras expressões matemáticas, von Bertalanffy obteve a seguinte equação de crescimento individual em comprimento:

$$L_t = L_{\infty} - (L_{\infty} - L_0) e^{-kt} \quad (5.3)$$

A equação (5.3) foi posteriormente alterada por Beverton & Holt (1957 *in* Barroso, 1995b), tomando a seguinte forma:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (5.4)$$

em que, L_t (expresso em mm) é o comprimento na idade t ; L_{∞} é o crescimento assintótico (mm), representa o comprimento máximo que um organismo pode teoricamente atingir, se lhe for permitido crescer por tempo indeterminado; k é o coeficiente de crescimento de Brody, determina a forma como o comprimento evolui ao longo do tempo (ano^{-1}); e t_0 é a idade teórica em que o comprimento é zero (expressa em anos).

Os parâmetros (L_{∞} , k e t_0) da equação de von Bertalanffy podem ser determinados através de dois tipos de métodos: os métodos de estimativa não-linear, que requerem a utilização de programas de software específicos, e os métodos de estimativa linear, também designados por métodos gráficos, nos quais se procede à transformação da equação de von Bertalanffy numa equação de uma recta, e se determinam os referidos parâmetros directamente a partir de gráficos ou através de análise de regressão linear (Barroso, 1995b). Neste estudo, optou-se pela utilização de métodos lineares, nomeadamente pelo diagrama de Ford-Walford e pelo método de Beverton & Holt.

O diagrama de Ford-Walford permite estimar o parâmetro L_{∞} . Ao representar-se graficamente o comprimento de um animal num determinado ano (L_{t+1}) em função do comprimento no ano anterior (L_t), os pontos obtidos definem aproximadamente uma linha recta (5.5), de declive igual a K :

$$L_{t+1} = L_{\infty} (1 - K) + K L_t \quad (5.5)$$

em que, K é o coeficiente de crescimento de Ford ($K = e^{-k}$, sendo k a constante de crescimento de Brody).

O valor de L_{∞} pode ser calculado a partir do ponto de intersecção desta recta com o eixo dos yy' ($= L_{\infty} (1 - K)$), ou pode ser determinado a partir da intersecção da linha de Walford com a linha diagonal a 45° que passa na origem (bissectriz do quadrante). A intersecção ocorre no ponto onde $L_{t+1} = L_t$, ou seja, no valor de L_{∞} (Fig. 5.7) (Barroso, 1995b).

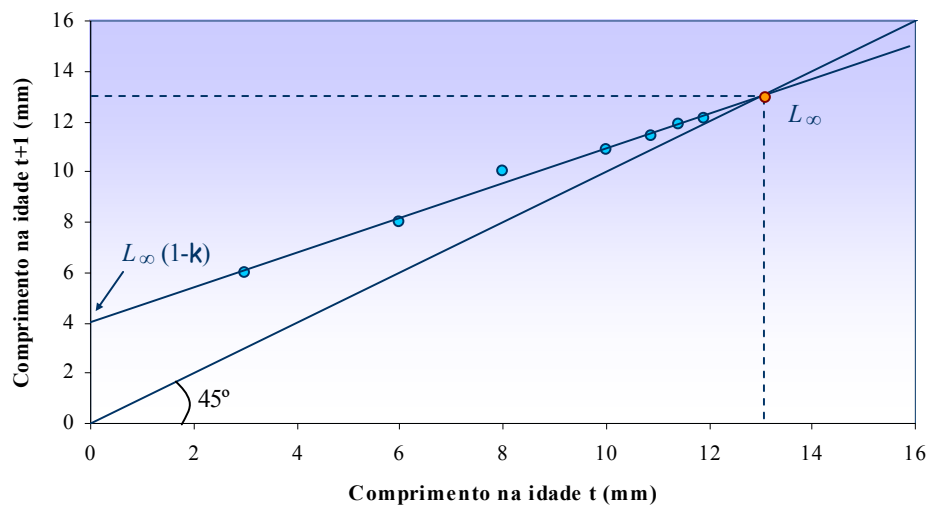


Figura 5.7. Exemplo do diagrama de Ford-Walford e estimativa do parâmetro L_{∞} (dados hipotéticos).

Depois de conhecido o valor de L_{∞} os parâmetros k e t_0 podem ser estimados pelo método de Beverton & Holt a partir da seguinte equação:

$$\log_e (L_{\infty} - L_t) = \log_e L_{\infty} + kt_0 - k_t \quad (5.6)$$

Ao representar-se graficamente os valores de $\log_e (L_{\infty} - L_t)$ em função de t obtém-se um conjunto de pontos que definem, por regressão linear, uma linha recta. A estimativa do valor de $-k$ corresponde ao declive da recta, e o valor de t_0 pode ser estimado determinando o valor da abcissa onde a ordenada é igual a $\log_e L_{\infty}$ (Fig. 5.8) (Barroso, 1995b).

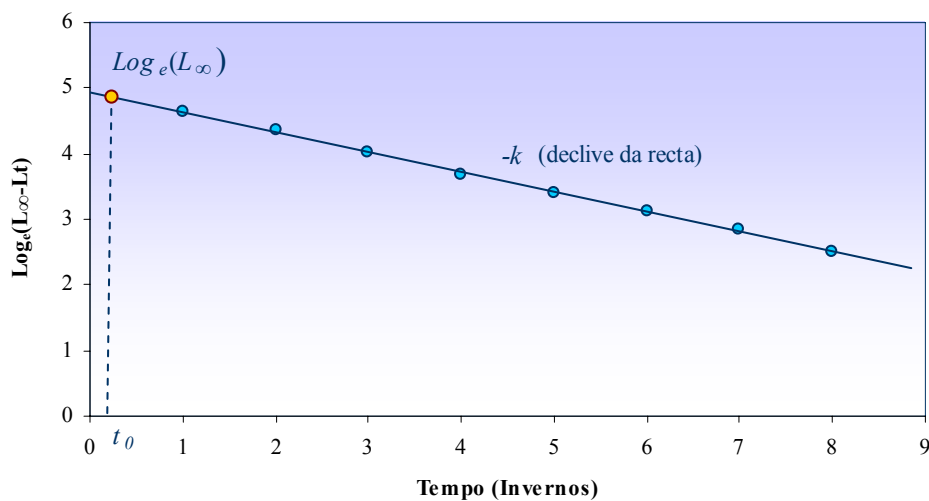


Figura 5.8. Exemplo do método de Beverton & Holt e estimativa dos parâmetros k e t_0 (dados hipotéticos).

5.2.3 - Crescimento Ponderal

A equação de crescimento ponderal de von Bertalanffy foi determinada pela conversão da equação de crescimento em comprimento numa equação de crescimento em peso. A partir da relação alométrica entre estas duas variáveis (peso e comprimento) é possível representar a equação de crescimento ponderal em termos do comprimento.

Assim, combinando a expressão,

$$W_t = aL_t^b$$

com a equação de crescimento em comprimento de von Bertalanffy,

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

obtem-se a equação de crescimento ponderal:

$$W_t = a L_\infty^b [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b \quad (5.7)$$

em que, W_t (expresso em g) é o peso na idade t ; $W_\infty (= a L_\infty^b)$ é o peso assintótico (g), representa o peso máximo que o organismo pode teoricamente atingir, se lhe for permitido crescer por tempo indeterminado; k é o coeficiente de crescimento de Brody, determina a forma como o peso evolui ao longo do tempo (ano^{-1}); t_0 é a idade em que o peso é teoricamente nulo (expressa em anos); e b o coeficiente de alometria da relação peso-comprimento.

5.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 - Caracterização Morfológica das Espécies

5.3.1.1 - Relações alométricas comprimento/altura e comprimento/espessura

A tabela 5.1 mostra as equações alométricas, determinadas para o longueirão e para a amêijoia-macha, que indicam a relação entre as dimensões comprimento/altura e comprimento/espessura. Nas figuras 5.9 e 5.10 representam-se graficamente estas relações e também a variação do comprimento com a altura e a espessura.

Da apreciação dos resultados apresentados na tabela 5.1 podemos verificar que no longueirão se estabelece uma alometria positiva entre o comprimento e a altura ($b = 1,13$; $t = 25,483$; $P < 0,001$) e entre o comprimento e a espessura ($b = 1,01$; $t = 2,100$; $P < 0,05$), o que significa que ao longo do tempo o crescimento em comprimento é significativamente maior do que o crescimento em altura e em espessura. Na amêijoia-macha sucede o oposto, observando-se uma alometria negativa tanto na relação comprimento/altura ($b = 0,94$; $t = -15,673$; $P < 0,001$) como na relação comprimento/espessura ($b = 0,87$; $t = -30,353$; $P < 0,001$), o que indica que, com a idade, a concha tende a crescer mais em altura e em espessura do que em comprimento.

Tabela 5.1. Equações e caracterização das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E), com indicação da significância do desvio de b relativamente ao valor de 1 (isometria), obtida através do teste t -Student.

ESPÉCIE	RELAÇÃO ALOMÉTRICA	EQUAÇÃO ALOMÉTRICA	ERRO PADRÃO DE b	t -STUDENT (t)	SIGNIFICÂNCIA (P)	TIPO DE RELAÇÃO
<i>SOLEN MARGINATUS</i>	L/A	$L = 4,35 A^{1,13}$	0,005	25,483	$P < 0,001$	Alometria +
	L/E	$L = 8,22 E^{1,01}$	0,006	2,100	$P < 0,05$	Alometria +
<i>VENERUPIS PULLASTRA</i>	L/A	$L = 1,84 A^{0,94}$	0,004	- 15,673	$P < 0,001$	Alometria -
	L/E	$L = 3,10 E^{0,87}$	0,004	- 30,353	$P < 0,001$	Alometria -

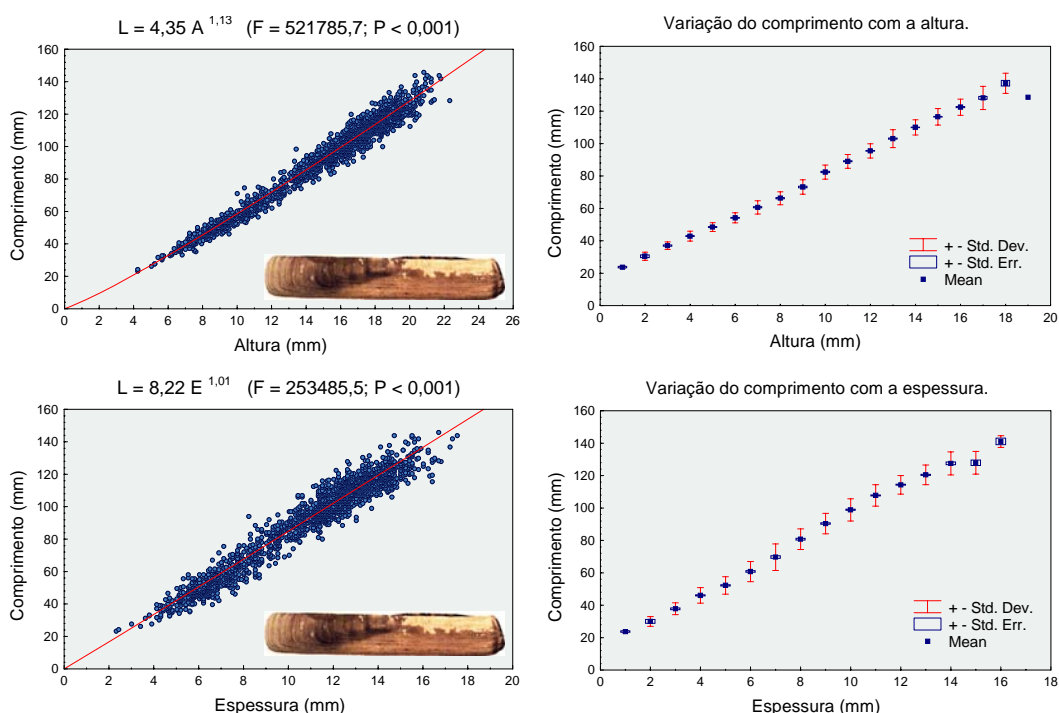


Figura 5.9. *Solen marginatus*. Representação gráfica das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E) com indicação da significância da regressão e representação gráfica da variação do comprimento com a altura e com a espessura.

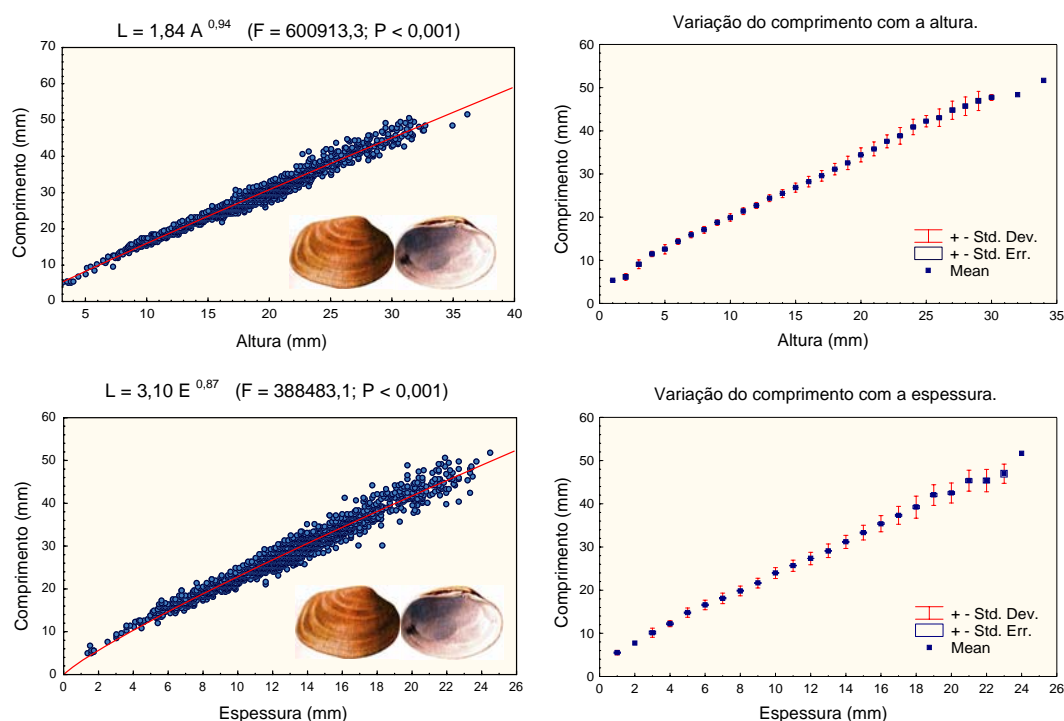


Figura 5.10. *Venerupis pullastra*. Representação gráfica das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E) com indicação da significância da regressão e representação gráfica da variação do comprimento com a altura e com a espessura.

5.3.1.2 - Relação alométrica peso/comprimento

Na tabela 5.2 apresentam-se as equações alométricas que traduzem a relação entre o peso e o comprimento (W/L) das duas espécies estudadas. Nas figuras 5.11 e 5.12 encontram-se representadas graficamente estas equações.

Os resultados obtidos para a relação peso/comprimento do longueirão indicam que, com a idade, o comprimento aumenta relativamente mais do que o peso, observando-se uma alometria negativa ($b = 2,57$; $t = -10,642$; $P < 0,001$) entre estas duas variáveis. Na amêijoia-macha a relação peso/comprimento é isométrica ($b = 2,97$; $t = -0,752$; $P > 0,05$), o que significa que o peso e o comprimento do animal aumentam proporcionalmente ao longo do tempo.

Tabela 5.2. Equações e caracterização da relação alométrica peso/comprimento (W/L), com indicação da significância do desvio de b relativamente ao valor de 3 (isometria), obtida através do teste t -Student.

ESPÉCIE	RELAÇÃO ALOMÉTRICA	EQUAÇÃO ALOMÉTRICA	ERRO PADRÃO DE b	t -STUDENT (t)	SIGNIFICÂNCIA (P)	TIPO DE RELAÇÃO
<i>SOLEN MARGINATUS</i>	W/L	$W = 0,0001 L^{2,57}$	0,041	- 10,642	$P < 0,001$	Alometria -
<i>VENERUPIS PULLASTRA</i>	W/L	$W = 0,0002 L^{2,97}$	0,035	- 0,752	$P > 0,05$	Isometria

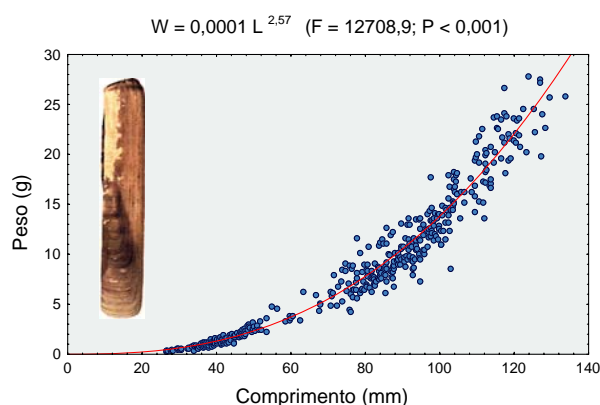


Figura 5.11. *Solen marginatus*. Representação gráfica da relação alométrica peso/comprimento (W/L) com indicação da significância da regressão.

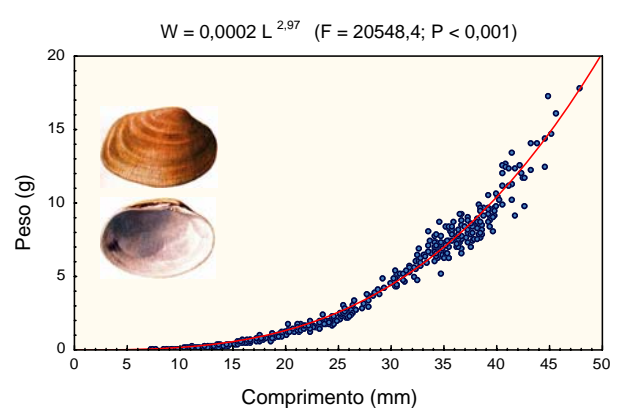


Figura 5.12. *Venerupis pullastra*. Representação gráfica da relação alométrica peso/comprimento (W/L) com indicação da significância da regressão.

5.3.2 - Crescimento Linear

5.3.2.1 - Crescimento sazonal e validação da periodicidade dos anéis de crescimento

A variação sazonal do crescimento da concha do longueirão e da amêijoia-macha para indivíduos com dois anéis de crescimento encontra-se representada graficamente nas figuras 5.13 e 5.14, respectivamente. Para ambas as espécies, observam-se nitidamente dois períodos de crescimento diferenciados. Para *Solen marginatus* existe um período de crescimento quase nulo que decorre durante todo o Outono e parte do Inverno, e um período de crescimento que tem início no Inverno (em Janeiro/Fevereiro) e se prolonga até Setembro. Para *Venerupis pullastra* o crescimento ocorre entre Novembro e Junho, sendo praticamente nulo entre Julho e Outubro.

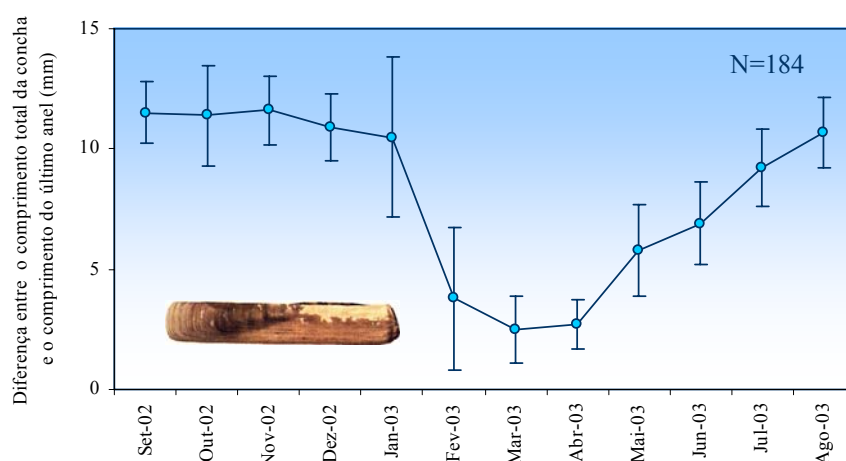


Figura 5.13. *Solen marginatus*. Variação sazonal do crescimento dos exemplares com dois anéis anuais de crescimento. No gráfico está indicado ± 1 desvio padrão.

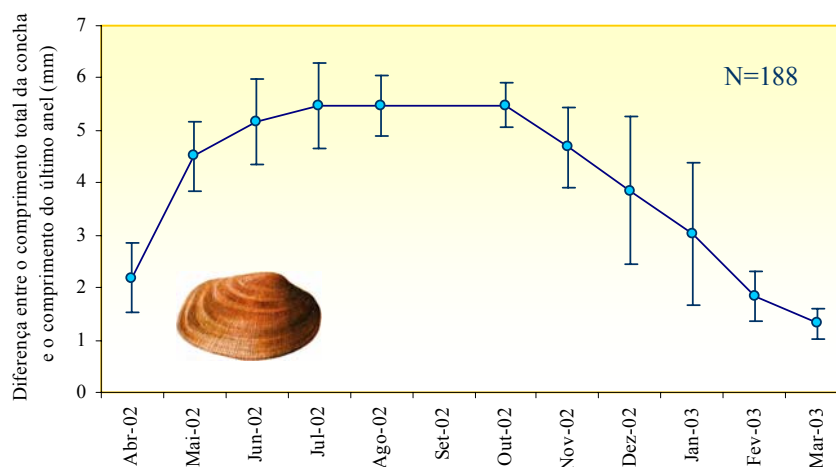


Figura 5.14. *Venerupis pullastra*. Variação sazonal do crescimento dos exemplares com dois anéis anuais de crescimento. No gráfico está indicado ± 1 desvio padrão.

O acompanhamento da evolução do bordo das conchas com dois anéis ao longo do ano permitiu validar a periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento. Nas figuras 5.15 e 5.16 pode ser observada a representação gráfica da época de formação dos anéis anuais de crescimento do longueirão e da amêijoia-macha, respectivamente. Pela análise da figura 5.15, é possível observar o aparecimento dos anéis anuais de crescimento no longueirão durante o Inverno e a Primavera, principalmente entre Janeiro e Fevereiro. Resultados idênticos foram obtidos por Santos *et al.* (1986). A formação dos anéis anuais de crescimento desta espécie é notória em Abril, altura em que 100% dos exemplares apresentam o anel anual a menos de 5 mm do bordo da concha. Na amêijoia-macha, a formação do anel anual de crescimento inicia-se em Novembro e prolonga-se até à Primavera, apresentando-se formado em todos os indivíduos no mês de Março (Fig. 5.16). Camacho (1980) observou o começo da deposição do anel no início da Primavera, ou seja, mais tardiamente do que no presente estudo.

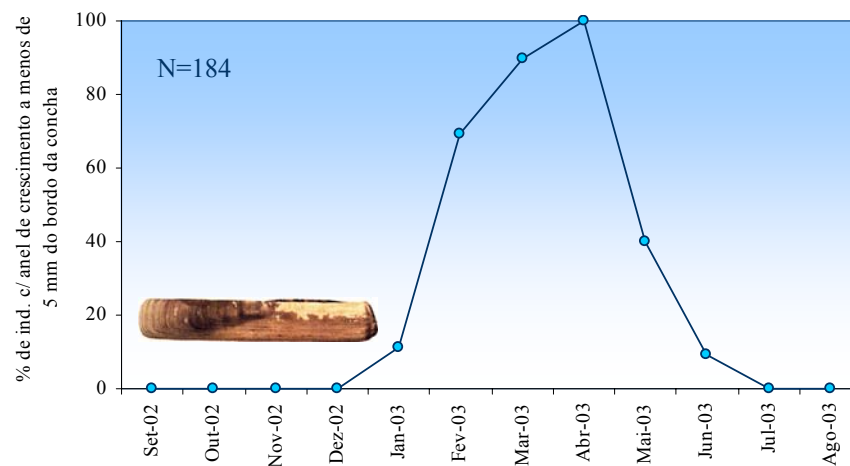


Figura 5.15. *Solen marginatus*. Variação sazonal do número de indivíduos que apresentam o último anel anual de crescimento a menos de 5 mm do bordo da concha.

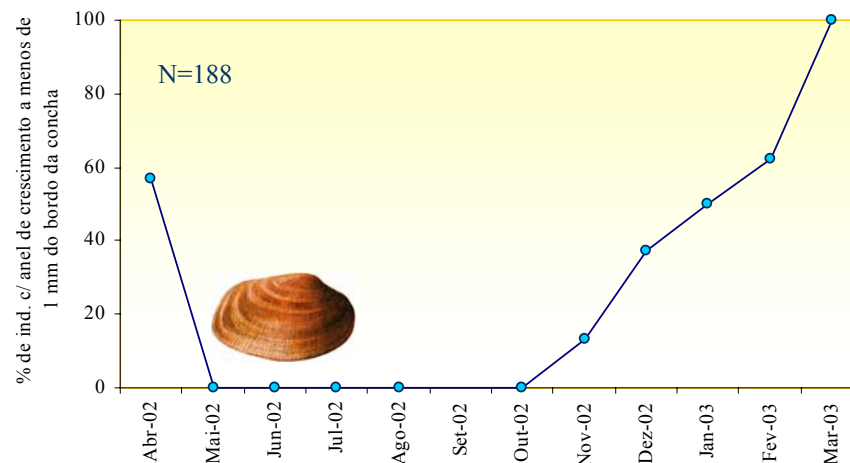


Figura 5.16. *Venerupis pullastra*. Variação sazonal do número de indivíduos que apresentam o último anel anual de crescimento a menos de 1 mm do bordo da concha.

5.3.2.2 - Crescimento anual

5.3.2.2.1 - Determinação da idade

A partir da leitura dos anéis anuais externos visíveis na superfície da concha do longueirão e da amêijoa-macha, determinaram-se as respectivas “chaves idade-comprimento” (Tab. 5.3 e 5.4).

Tabela 5.3. *Solen marginatus*. “Chave idade-comprimento” elaborada com base nas medidas dos anéis de crescimento externos visíveis na superfície da concha de 20 indivíduos com comprimentos compreendidos entre 111,0 e 135,0 mm colhidos no mês de Junho de 2002.

IDADE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
COMPRIMENTO MÉDIO (mm)	36,5	61,6	83,3	98,8	109,2	118,8
DESVIO PADRÃO	7,0	6,8	7,6	5,1	3,2	3,6

Tabela 5.4. *Venerupis pullastra*. “Chave idade-comprimento” elaborada com base nas medidas dos anéis de crescimento externos visíveis na superfície da concha de 30 indivíduos com comprimentos compreendidos entre 41,1 e 50,6 mm colhidos no mês de Abril de 2002.

IDADE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺
COMPRIMENTO MÉDIO (mm)	18,1	28,4	32,9	37,3	41,0
DESVIO PADRÃO	2,6	1,8	1,5	1,3	1,5

A análise microscópica do padrão de deposição dos micro-anéis de crescimento, observado nas réplicas em acetato das mesmas conchas do longueirão (Fig. 5.17) e da amêijoa-macha (Fig. 5.18), permitiu identificar os anéis anuais de crescimento. De facto, constatou-se que cada anel anual é antecedido por uma sequência de micro-anéis de espessura sucessivamente menor e seguido de uma sequência de micro-anéis de espessura sucessivamente maior.

Verificou-se também, que o ângulo dos micro-anéis em relação à superfície externa da concha é progressivamente maior durante o abrandamento da taxa de crescimento e progressivamente menor durante a aceleração da mesma. Este ângulo é mais acentuado na amêijoia-macha do que no longueirão. Nas duas espécies estudadas o anel anual de crescimento encontra-se associado a uma fissura na superfície da concha.

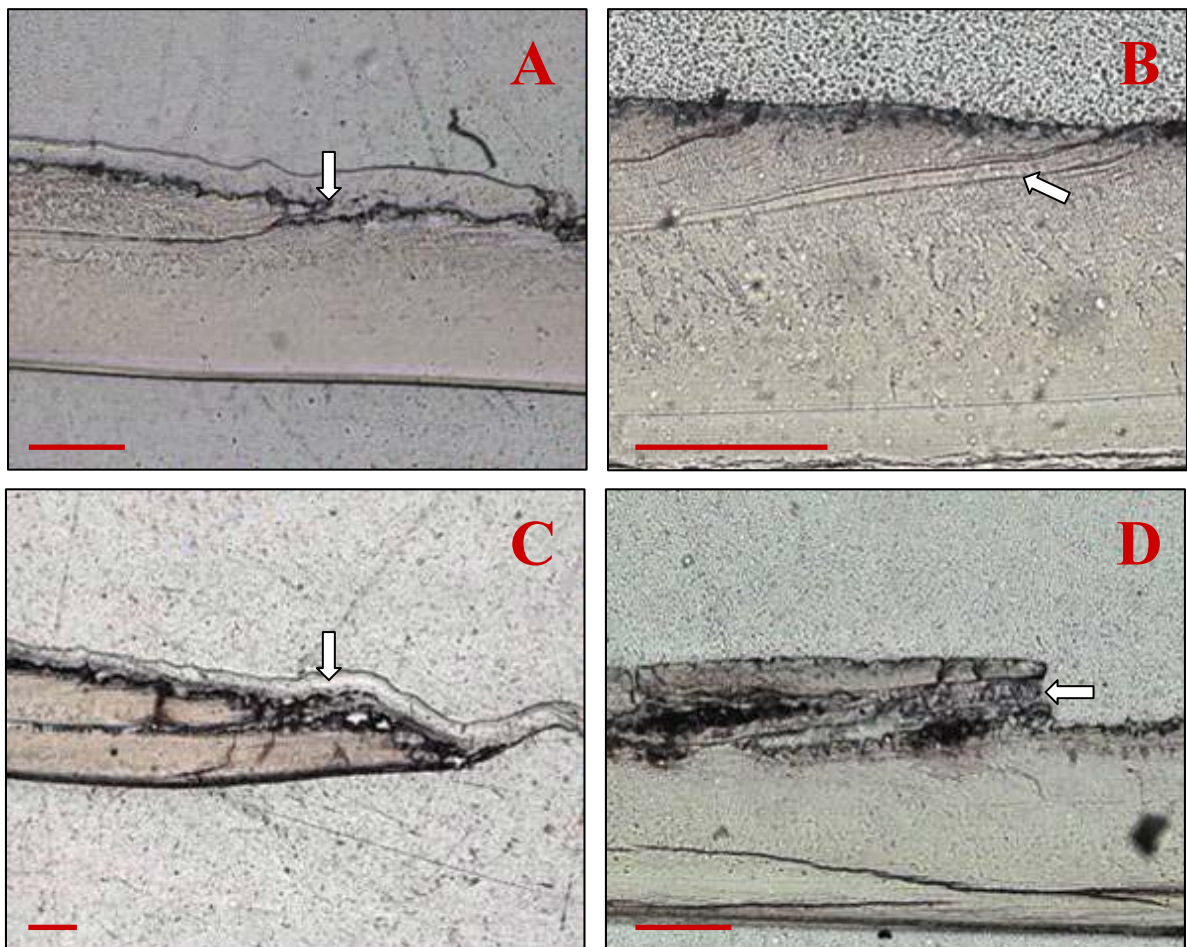


Figura 5.17. Microfotografias de réplicas em acetato da concha de *Solen marginatus*. A – Formação do anel anual (associado a uma fissura na superfície da concha); B – Micro-anéis de crescimento; C – Formação do último anel anual de crescimento no bordo da concha; D – Falso anel. Pode constatar-se a súbita interrupção do padrão normal de deposição dos micro-anéis de crescimento e a inclusão de grãos de areia na matriz da concha. Barras de escala: 200 µm.

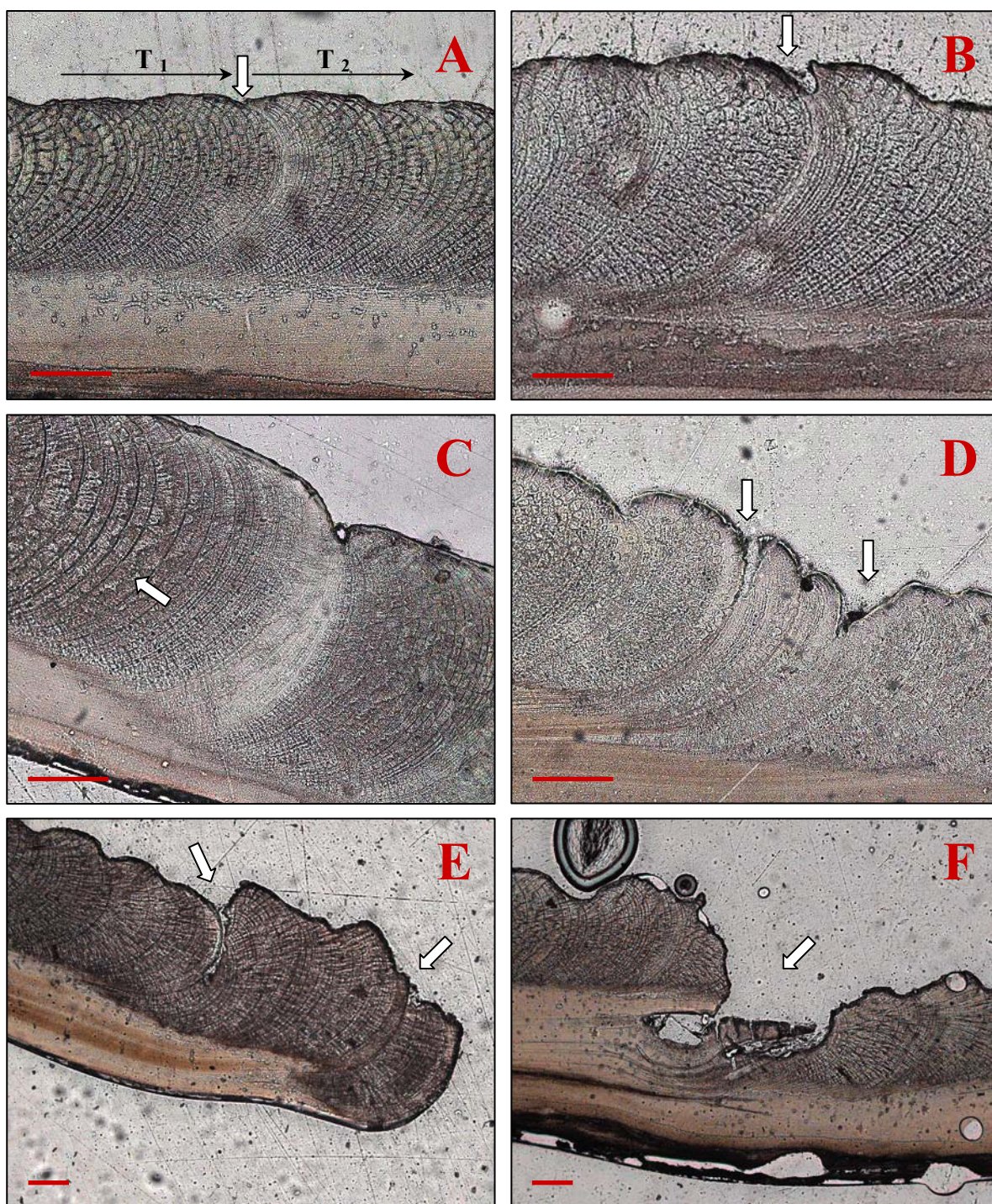


Figura 5.18. Microfotografias de réplicas em acetato da concha de *Venerupis pullastra*. A – Anel anual, (T_1) zona de abrandamento da taxa de crescimento e (T_2) zona de aceleração da taxa de crescimento; B – Formação do anel anual; C – Micro-anéis de crescimento; D – Ocasionalmente podem surgir duas fissuras durante a formação do anel anual de crescimento; E – Formação de anéis anuais perto do bordo da concha; F – Falso anel. Constata-se a súbita interrupção do padrão normal de deposição dos micro-anéis de crescimento. Barras de escala: 200 μm .

Uma vez identificados os anéis anuais de crescimento do longueirão e da amêijoia-macha, converteram-se as distâncias entre o umbo e cada anel (medidas segundo o plano de corte D-D') nos respectivos comprimentos. Nas figuras 5.19 e 5.20 encontram-se representadas graficamente estas relações.

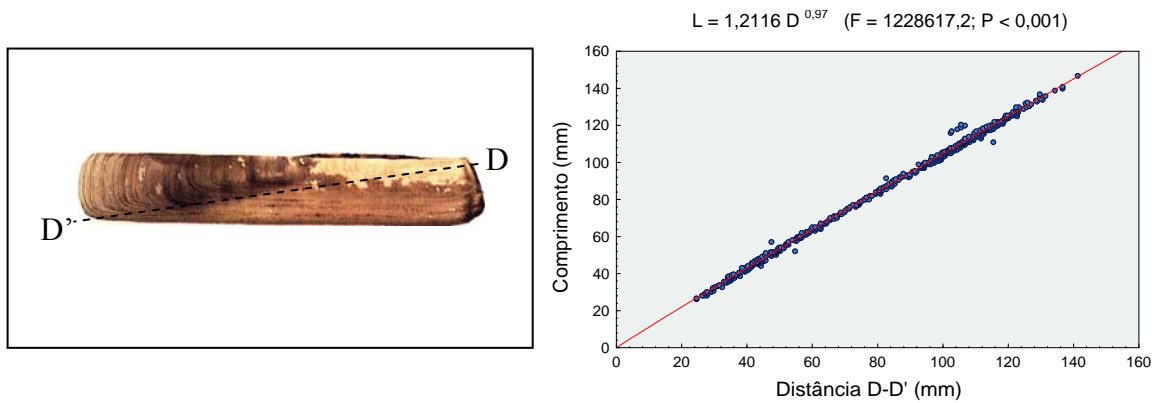


Figura 5.19. *Solen marginatus*. Representação gráfica da relação alométrica comprimento/distância D-D' (L/D).

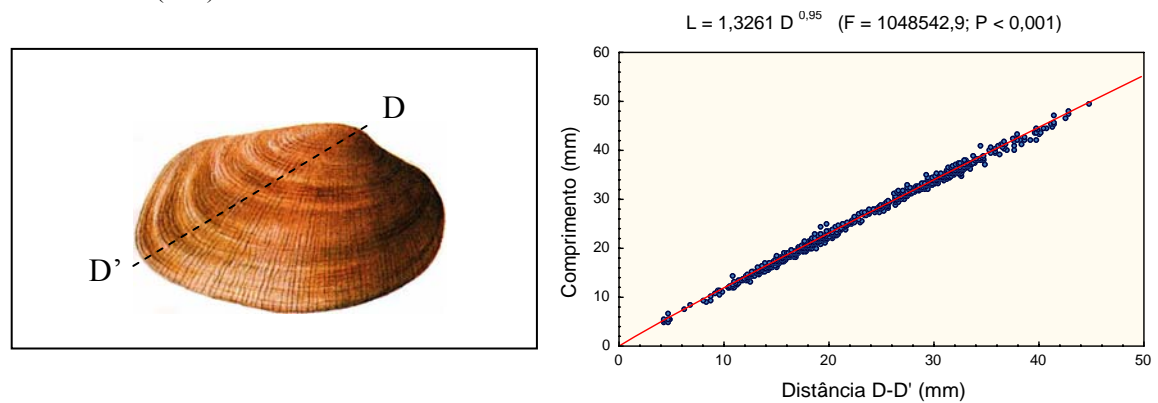


Figura 5.20. *Venerupis pullastra*. Representação gráfica da relação alométrica comprimento/distância D-D' (L/D).

Com os dados obtidos determinaram-se as “chaves idade-comprimento” para o longueirão (Tab. 5.5) e para a amêijoia-macha (Tab. 5.6).

Tabela 5.5. *Solen marginatus*. “Chave idade-comprimento” elaborada a partir dos anéis de crescimento observados em réplicas em acetato de cortes transversais da concha para os mesmos indivíduos referidos na tabela 5.3.

IDADE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺
COMPRIMENTO MÉDIO (mm)	36,4	62,1	84,7	100,4	109,9	117,3	122,8	127,6
DESVIO PADRÃO	5,9	8,9	7,9	5,8	5,9	5,4	3,9	4,8

Tabela 5.6. *Venerupis pullastra*. “Chave idade-comprimento” elaborada a partir dos anéis de crescimento observados em réplicas em acetato de cortes transversais da concha para os mesmos indivíduos referidos na tabela 5.4.

IDADE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺
COMPRIMENTO MÉDIO (mm)	17,3	26,7	33,4	39,0	42,7
DESVIO PADRÃO	2,6	2,5	2,4	2,7	2,5

5.3.2.2.2 - Equações de crescimento

Para ajustar as equações de von Bertalanffy aos dados das “chaves idade-comprimento” obtidos a partir dos anéis externos visíveis na superfície da concha (Tab. 5.3 e Tab. 5.4) e dos anéis observados na estrutura interna da mesma (Tab. 5.5 e Tab. 5.6), foi necessário estimar os parâmetros L_{∞} , k e t_0 . Neste estudo utilizaram-se métodos gráficos, nomeadamente o diagrama de Ford-Walford e o método de Beverton & Holt.

O diagrama de Ford-Walford foi usado para estimar o parâmetro L_{∞} . Nas figuras 5.21 e 5.22 apresentam-se os valores de L_{∞} determinados com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha do longueirão e da amêijoia-macha, respectivamente.

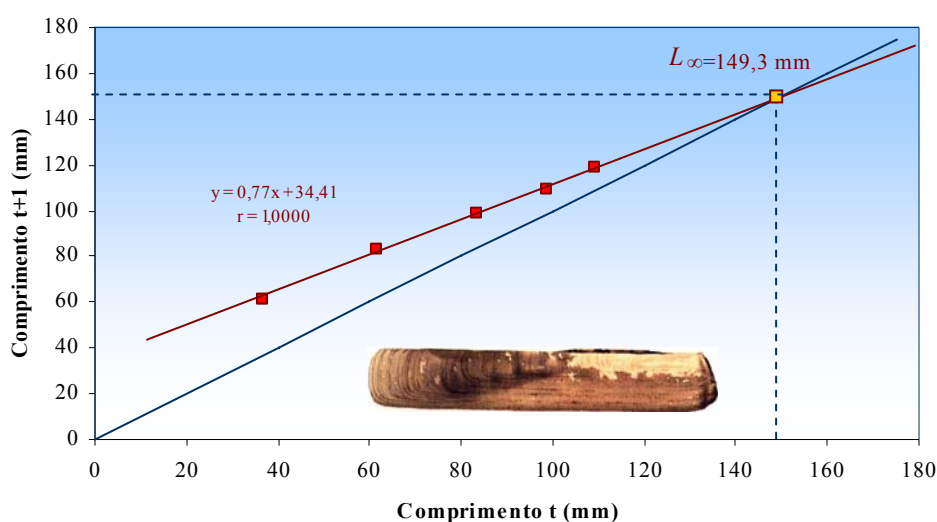


Figura 5.21. *Solen marginatus*. Estimativa do parâmetro L_{∞} pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 1277,0$; $P < 0,001$).

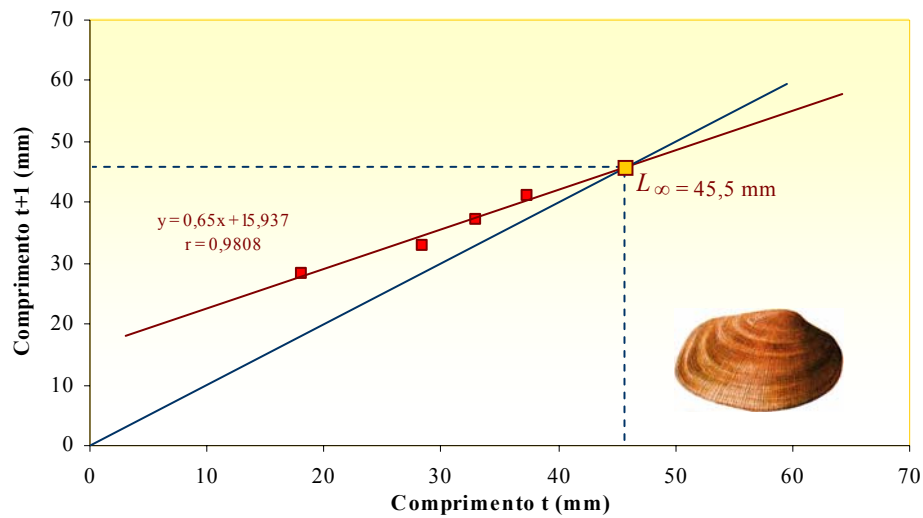


Figura 5.22. *Venerupis pullastra*. Estimativa do parâmetro L_{∞} pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 50,5$; $P < 0,05$).

Depois de calculado o valor de L_{∞} , estimaram-se os restantes parâmetros da equação de von Bertalanffy pelo método de Beverton & Holt. Nas figuras 5.23 e 5.24 encontram-se representados graficamente os valores de k e t_0 para o longueirão e para a amêijoia-macha, respectivamente.

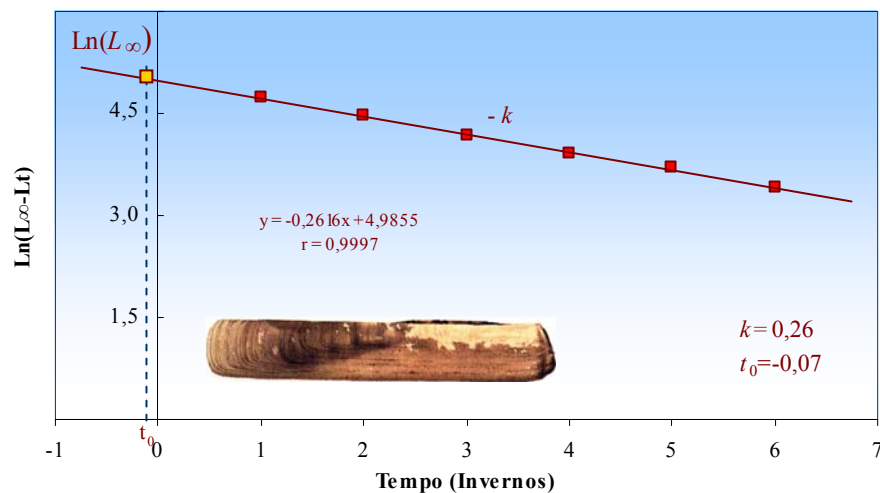


Figura 5.23. *Solen marginatus*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 6393,4$; $P < 0,001$).

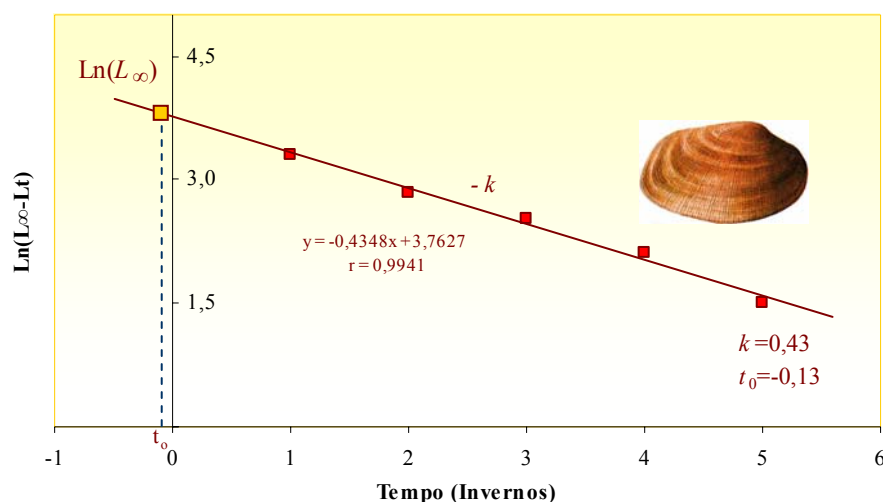


Figura 5.24. *Venerupis pullastra*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ($F = 251,3$; $P < 0,001$).

Com a substituição dos valores de L_∞ , k e t_0 na equação de von Bertalanffy obtiveram-se as equações de crescimento do longueirão (5.8) e da amêijoa-macha (5.9):

$$L_t = 149,3 [1 - e^{-0,26 (t+0,07)}] \quad (5.8)$$

$$L_t = 45,5 [1 - e^{-0,43 (t+0,13)}] \quad (5.9)$$

em que, L_t (expresso em mm) representa o comprimento da concha na idade t .

As figuras 5.25 e 5.26 representam as curvas de crescimento de von Bertalanffy definidas pelas equações 5.8 e 5.9, respectivamente. Pela análise das figuras verifica-se que existe um bom ajustamento da equação de von Bertalanffy aos dados da “chave idade-comprimento” do longueirão e da amêijoa-macha, dado que os pontos observados se ajustam e por vezes se sobrepõem às curvas teóricas estimadas. Observa-se também, para cada uma das espécies, uma assíntota em $Y = 149,3$ mm e em $Y = 45,5$ mm que correspondem aos valores de L_∞ e representam o comprimento máximo médio que a concha do longueirão e da amêijoa-macha pode teoricamente atingir, se lhes for permitido crescer por tempo indeterminado.

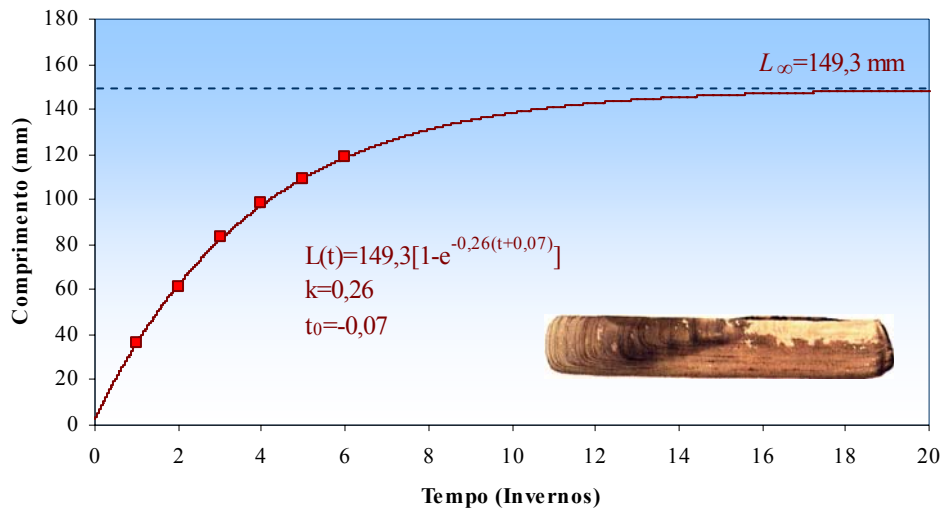


Figura 5.25. *Solen marginatus*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha.

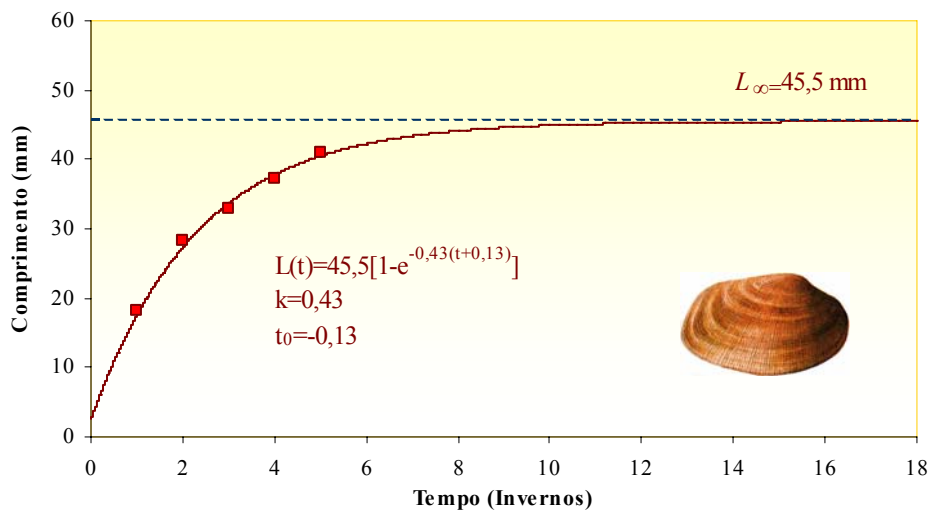


Figura 5.26. *Venerupis pullastra*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha.

Com base na “chave idade-comprimento” obtida para cada uma das espécies a partir dos anéis de crescimento observados nas películas de acetato foram determinadas as equações de crescimento linear de von Bertalanffy. O parâmetro L_{∞} foi estimado graficamente pelo diagrama de Ford-Walford, tendo-se obtido para o longueirão e para a amêijoia-macha os valores de $L_{\infty} = 139,9 \text{ mm}$ (Fig. 5.27) e de $L_{\infty} = 54,3 \text{ mm}$ (Fig. 5.28), respectivamente.

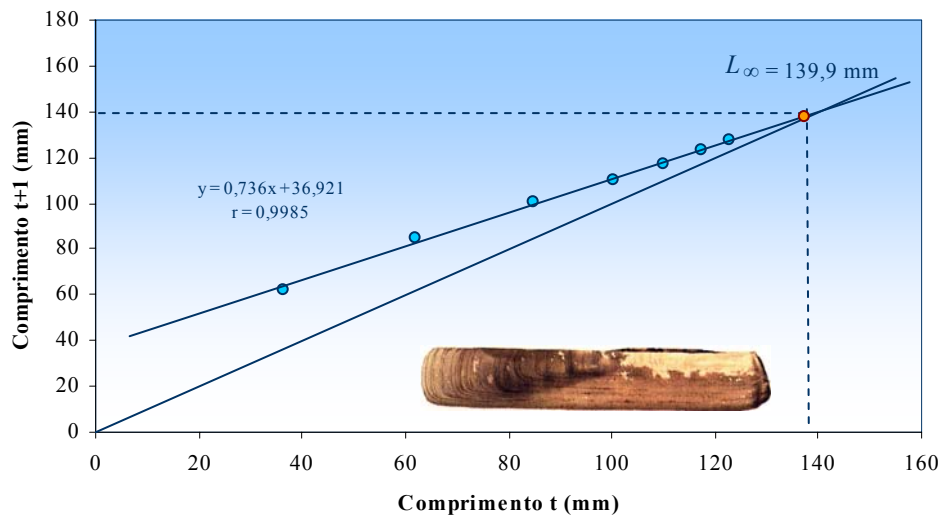


Figura 5.27. *Solen marginatus*. Estimativa do parâmetro L_{∞} pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 1696,5$; $P < 0,001$).

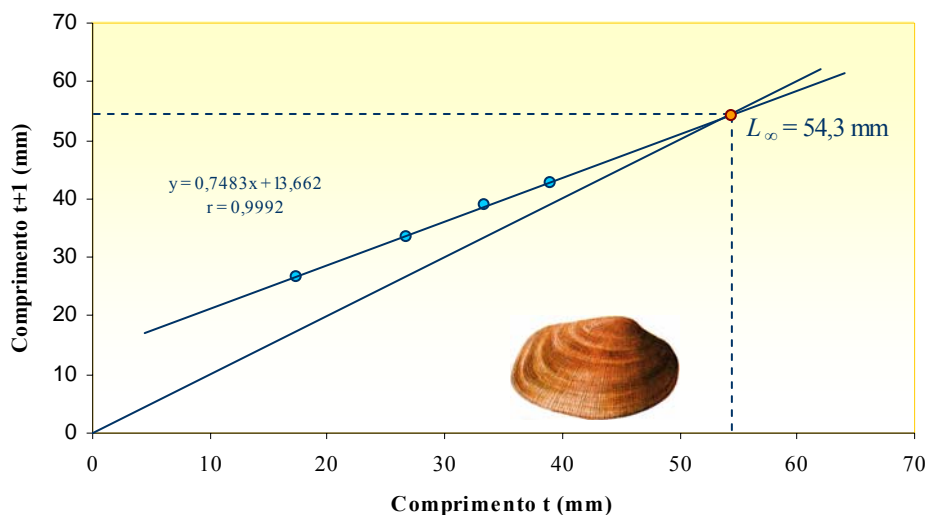


Figura 5.28. *Venerupis pullastra*. Estimativa do parâmetro L_{∞} pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 1374,9$; $P < 0,001$).

A partir dos valores de L_{∞} calculados para o longueirão e para a amêijoa-macha foram estimados os parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt. Estes valores encontram-se representados graficamente nas figuras 5.29 e 5.30.

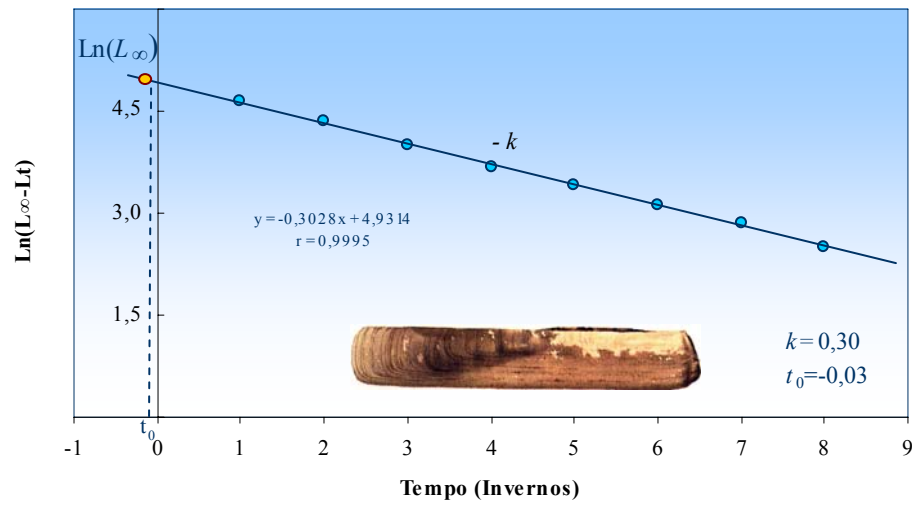


Figura 5.29. *Solen marginatus*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 5768,8$; $P < 0,001$).

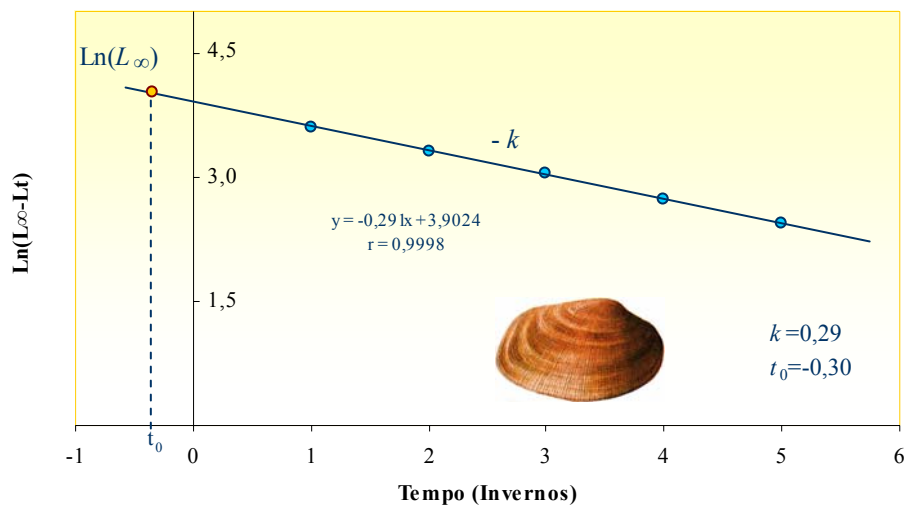


Figura 5.30. *Venerupis pullastra*. Estimativa dos parâmetros k e t_0 pelo método de Beverton & Holt, com base na leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato ($F = 10622,3$; $P < 0,001$).

Substituindo os valores de L_∞ , k e t_0 na equação de von Bertalanffy, obtém-se as equações de crescimento do longueirão (5.10) e da amêijoia-macha (5.11):

$$L_t = 139,9 [1 - e^{-0,30 (t+0,03)}] \quad (5.10)$$

$$L_t = 54,3 [1 - e^{-0,29 (t+0,30)}] \quad (5.11)$$

em que, L_t (expresso em mm) representa o comprimento da concha na idade t . As curvas de von Bertalanffy definidas pelas equações de crescimento do longueirão e da amêijoamacha estão representadas nas figuras 5.31 e 5.32, respectivamente. Pela análise das figuras verifica-se que existe um bom ajustamento da equação de von Bertalanffy aos dados da “chave idade-comprimento” determinada para cada uma das espécies, dado que os pontos observados se sobrepõem às curvas teóricas estimadas com base na leitura dos anéis internos da concha.

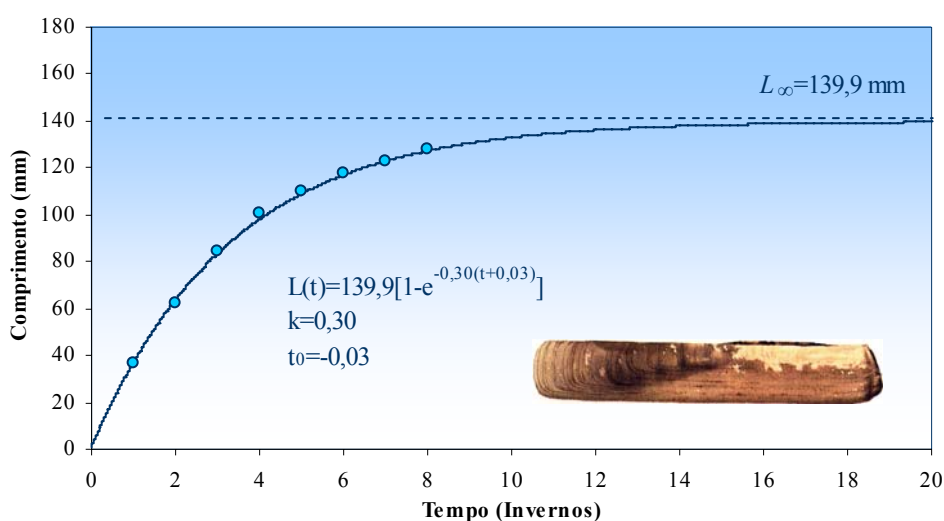


Figura 5.31. *Solen marginatus*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato.

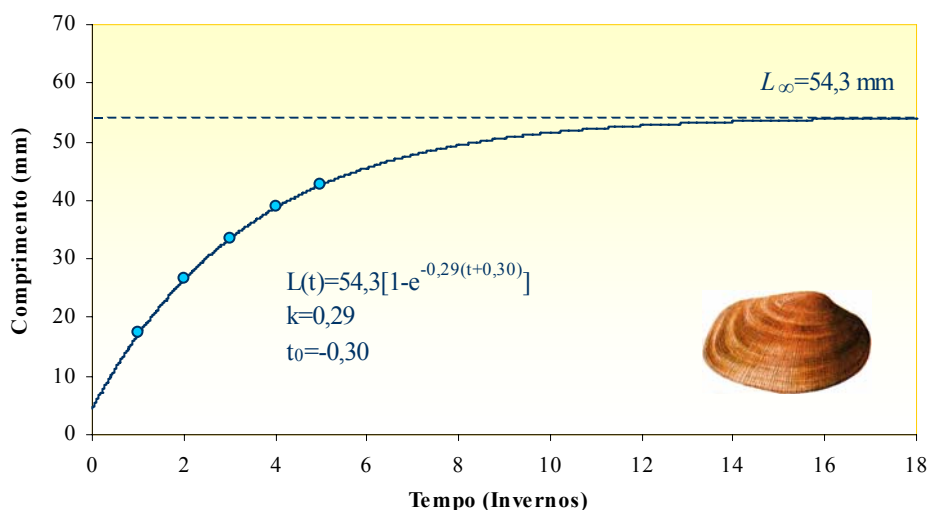


Figura 5.32. *Venerupis pullastra*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis internos da concha observados nas películas de acetato.

Na figura 5.33 apresentam-se as curvas de crescimento do longueirão estimadas pelos dois métodos. Verifica-se que o método da leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha subestima a idade. Na prática, constatou-se que este método não permite, ao contrário da técnica da película de acetato, distinguir os últimos anéis de crescimento do longueirão que se encontram sobrepostos no bordo da concha. No caso da amêijoia-macha não há subestimação da idade, observando-se apenas ligeiras diferenças no comprimento médio determinado para as diferentes idades (Fig. 5.34).

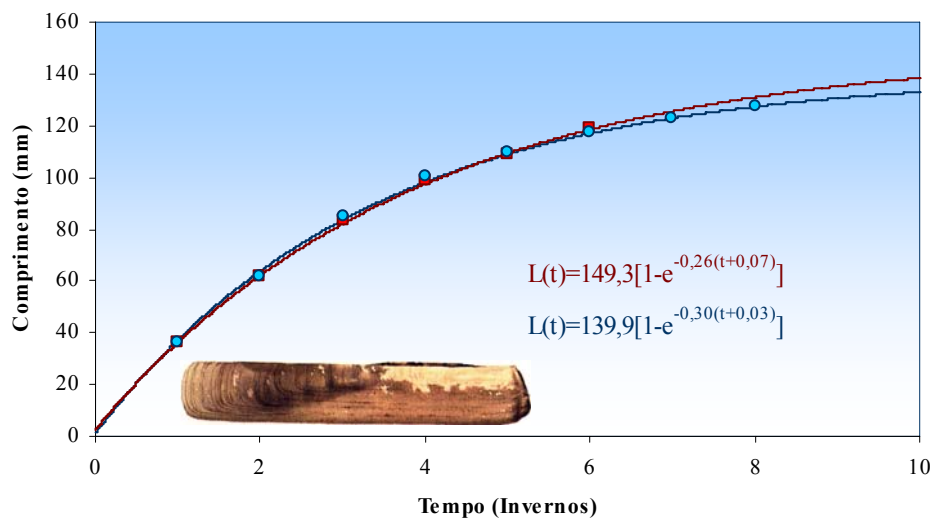


Figura 5.33. *Solen marginatus*. Curvas de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (●) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (■).

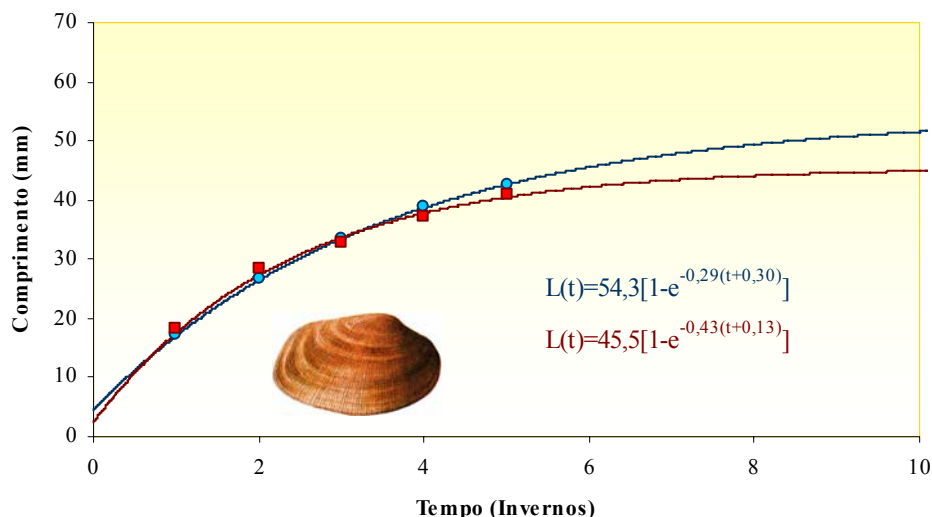


Figura 5.34. *Venerupis pullastra*. Curvas de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (●) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (■).


Dado que a técnica da película de acetato é mais precisa na determinação da idade do longueirão do que a técnica da leitura dos anéis externos na superfície da concha aconselha-se a sua utilização para estimar os parâmetros de crescimento desta espécie. No caso da amêijoa-macha sugere-se a utilização do método tradicional da contagem dos anéis anuais visíveis na superfície da concha por ser um método simples e rápido, e apresentar resultados muito semelhantes aos da técnica da película de acetato.

Na figura 5.35 apresentam-se os parâmetros do crescimento da amêijoa-macha estimados com base nos anéis externos da concha por diversos autores. Ao comparar os nossos resultados com os de Johannessen (1973), verifica-se que esta espécie apresenta um comprimento máximo teórico inferior ao valor encontrado por este autor ($L_{\infty} = 45,50$ mm e $L_{\infty} = 49,80$ mm, respectivamente) e um coeficiente de crescimento superior ($k = 0,43$ e $k = 0,27$, respectivamente). Estes resultados podem ser explicados pela diferente distribuição geográfica das populações estudadas. De facto, é praticamente consensual que dentro da mesma espécie, os bivalves de latitudes mais baixas apresentam um metabolismo rápido, relacionado com temperaturas e condições favoráveis, que origina coeficientes de crescimento elevados, e os de latitudes mais altas apresentam um metabolismo mais lento, associado às baixas temperaturas, que condiciona os coeficientes de crescimento e aumenta o comprimento máximo dos indivíduos (Grassé, 1960; Gimazane, 1971; Dame, 1996; Gaspar, 1996). No que respeita à comparação entre os nossos resultados e os dos restantes autores (Fig. 5.35), constata-se que são aproximadamente da mesma ordem de grandeza, exceptuando o estudo de Camacho (1980) que apresenta um coeficiente de crescimento ($k = 0,55$) e um comprimento máximo teórico ($L_{\infty} = 58,96$ mm) superiores. Estes resultados poderão estar associados a uma maior disponibilidade alimentar na Ria de Arosa.



Figura 5.35. *Venerupis pullastra*. Síntese dos parâmetros de crescimento obtidos por diversos autores em diferentes áreas geográficas.

No que diz respeito ao longueirão, apenas foi encontrado um estudo sobre o seu crescimento. Santos *et al.* (1986) estudaram o crescimento desta espécie na Ria Formosa e verificaram que o comprimento máximo atingido foi de 100,1 mm (Fig. 5.36). Este valor, substancialmente inferior aos por nós obtidos, pode ser segundo aqueles autores causado por um marisqueio demasiado intenso e por uma inadequada gestão desta espécie nos bancos naturais da Ria Formosa.



L_{∞} (mm)	K	Área geográfica	Referência
139,90	0,30	1 - Ria de Aveiro, Portugal	Presente estudo*
149,30	0,26	1 - Ria de Aveiro, Portugal	Presente estudo**
100,10	?	2 - Ria Formosa, Portugal	Santos <i>et al.</i> , 1986**

Figura 5.36. *Solen marginatus*. Síntese dos parâmetros de crescimento obtidos por diversos autores em diferentes áreas geográficas. * Técnica da película de acetato; ** Leitura de anéis externos.

5.3.3 - Crescimento Ponderal

Combinando as equações alométricas que traduzem a relação entre o peso e o comprimento do longueirão ($W = 0,0001L^{2,57}$) e da amêijoia-macha ($W = 0,0002L^{2,97}$) com as equações de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas pelos dois métodos de estimação de idade, obtiveram-se as respectivas equações de crescimento ponderal (Fig. 5.37 e 5.38). Assim, observa-se para o longueirão e para a amêijoia-macha um peso assintótico (W_{∞}) de 38,7 g e de 15,3 g quando estimado com base nos anéis externos da concha, e de 32,7 g e de 25,8 g quando estimado pela técnica da película de acetato. Estes valores simbolizam o peso máximo que as espécies podem atingir se lhes for permitido crescer por tempo indeterminado.

No estudo de Santos *et al.* (1986) o crescimento ponderal do longueirão não foi determinado com base no seu peso fresco, pelo que não nos foi possível comparar os resultados. Relativamente à amêijoia-macha, Camacho (1980) determinou um peso assintótico de 44,8 g, notoriamente superior aos nossos. Os dados determinados por este autor permitem confirmar o pressuposto de que a um maior crescimento linear corresponde um maior crescimento em peso.

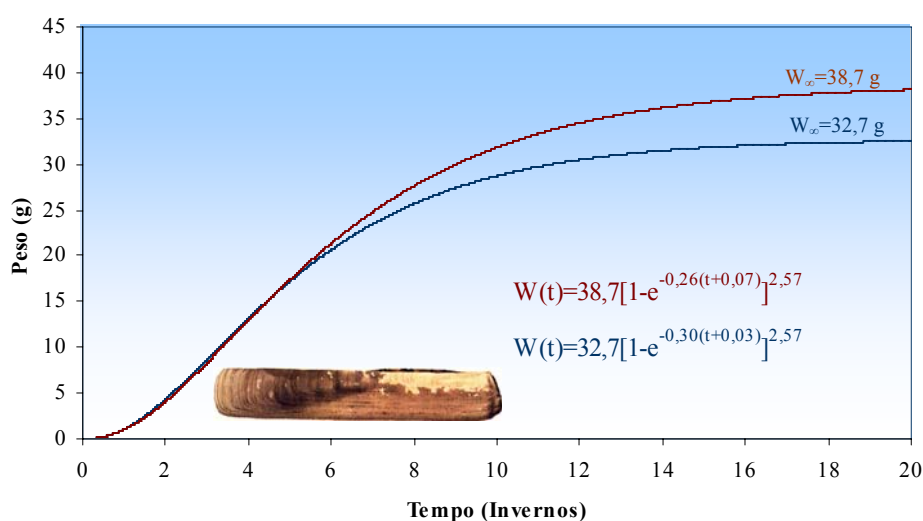


Figura 5.37. *Solen marginatus*. Curvas de crescimento ponderal de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (-) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (-).

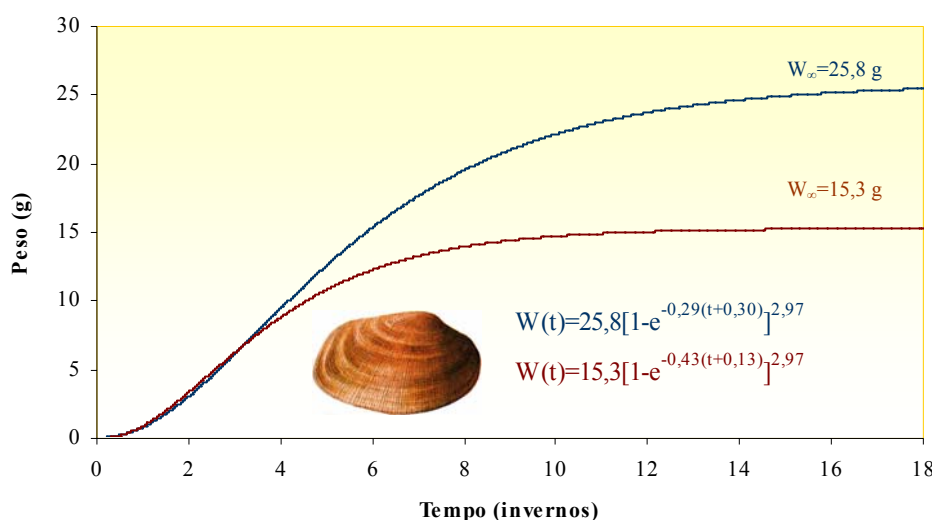


Figura 5.38. *Venerupis pullastra*. Curvas de crescimento ponderal de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis internos da concha visíveis nas películas de acetato (-) e dos anéis externos visíveis na superfície da concha (-).

5.4 - CONCLUSÕES

O estudo do crescimento de *Solen marginatus* e de *Venerupis pullastra* na Ria de Aveiro permitiu caracterizar morfologicamente o longueirão e a amêijoia-macha e estimar as curvas de crescimento linear e ponderal das duas espécies, a partir da leitura dos anéis anuais externos visíveis na superfície da concha e da análise da estrutura interna da concha.

No que respeita à caracterização morfológica conclui-se que:

- i) com a idade, a concha do longueirão cresce mais em comprimento do que em altura e em espessura; as equações alométricas obtidas, $L = 4,35A^{1,13}$ e $L = 8,22E^{1,01}$, evidenciam a alometria positiva entre as variáveis comprimento/altura e comprimento/espessura; a equação $W = 0,0001L^{2,57}$ descreve a relação peso/comprimento do longueirão e evidencia a alometria negativa existente entre estes dois parâmetros, o que significa que ao longo do tempo, o comprimento aumenta relativamente mais do que o peso dos animais;
- ii) na amêijoia-macha, observa-se uma alometria negativa tanto na relação comprimento/altura ($L = 1,84A^{0,94}$), como na relação comprimento/espessura ($L = 3,10E^{0,87}$), o que indica que a concha, com a idade, cresce mais em altura e em espessura do que em comprimento; relativamente ao peso, verifica-se que este aumenta proporcionalmente com o comprimento, o que se corrobora pela equação $W = 0,0002L^{2,97}$.

Quanto ao crescimento sazonal dos indivíduos com dois anéis de crescimento e à validação da periodicidade de formação dos anéis de crescimento pode concluir-se que:

- i) o longueirão e a amêijoia-macha apresentam dois períodos de crescimento distintos; para *Solen marginatus* existe um período onde o crescimento é quase nulo que decorre durante todo o Outono e parte do Inverno, e um período de crescimento que tem início no Inverno (em Janeiro/Fevereiro) e se prolonga até Setembro; para *Venerupis pullastra* o crescimento ocorre entre Novembro e Junho, sendo praticamente nulo entre Julho e Outubro;
- ii) em ambas as espécies existe uma periodicidade anual na formação do anel de crescimento; no longueirão a formação do anel anual de crescimento tem início em Janeiro e na amêijoia-macha em Novembro.

Relativamente à determinação das curvas de crescimento linear e ponderal obtidas com base na leitura dos anéis externos da concha e na técnica da película de acetato, verificou-se que:

- i) no longueirão, a técnica da leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha subestima a idade, uma vez que não permite distinguir os últimos anéis de crescimento que se sobrepõem no bordo da concha dos exemplares de classes etárias mais velhas; no entanto, a análise da estrutura interna da concha pela técnica da película de acetato permite ultrapassar este problema e ainda distinguir, através do padrão de deposição dos micro-anéis de crescimento, os verdadeiros anéis anuais (de ocorrência periódica) dos falsos anéis anuais (de ocorrência ocasional); assim, apesar de ser um método lento e trabalhoso, sugere-se o uso desta técnica para estimar a idade do longueirão;
- ii) na amêijoia-macha, aconselha-se a utilização do método tradicional da leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha para determinar a idade desta espécie, pois é um método mais simples e mais rápido e apresenta resultados muito similares aos obtidos pela técnica da película de acetato;
- iii) a aplicação destas técnicas permitiu obter as equações de crescimento linear e ponderal de von Bertalanffy para as duas espécies estudadas:

- Longueirão (*Solen marginatus*)

$$\begin{aligned}\text{Anéis externos:} \quad L_t &= 149,3 [1 - e^{-0,26 (t+0,07)}] \\ W_t &= 38,7 [1 - e^{-0,26 (t+0,07)}]^{2,57}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Anéis internos:} \quad L_t &= 139,9 [1 - e^{-0,30 (t+0,03)}] \\ W_t &= 32,7 [1 - e^{-0,30 (t+0,03)}]^{2,57}\end{aligned}$$

- Amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*)

$$\begin{aligned}\text{Anéis externos:} \quad L_t &= 45,5 [1 - e^{-0,43 (t+0,13)}] \\ W_t &= 15,3 [1 - e^{-0,43 (t+0,13)}]^{2,97}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Anéis internos:} \quad L_t &= 54,3 [1 - e^{-0,29 (t+0,30)}] \\ W_t &= 25,8 [1 - e^{-0,29 (t+0,30)}]^{2,97}\end{aligned}$$

Dado que não foi observado nenhum anel de crescimento junto ao umbo da concha (mesmo nos indivíduos mais pequenos) considera-se que o longueirão e a amêijoia-macha atingem respectivamente os comprimentos de 36,4 e de 17,3 mm (1º anel de crescimento), no primeiro Inverno das suas vidas. Assumindo que o período mais provável de assentamento de pós-larvas de *Solen marginatus* e de *Venerupis pullastra* ocorre no Verão, conclui-se que estes animais crescerão desde esta fase até aos referidos comprimentos ao fim de cerca de seis meses de vida. Trata-se de uma taxa de crescimento muito elevada mas que é comum observar-se em idades muito jovens. No entanto, a validade destes pressupostos deverá ser confirmada em estudos posteriores.

A curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy estimada a partir da técnica da película de acetato (Fig. 5.32), permite verificar que a amêijoia-macha atinge o tamanho mínimo de captura (30 mm - Portaria nº 1266/2004 de 1 de Outubro) entre o 2º e o 3º Inverno de vida, ou seja, entre os 1,5 e os 2,5 anos de idade, admitindo como válido o pressuposto acima referido. Para o longueirão não está regulamentado o seu tamanho mínimo de captura.

Para fundamentar cientificamente algumas medidas de gestão, entre as quais a referida anteriormente, estudaram-se os ciclos reprodutores e determinaram-se os comprimentos da primeira maturação das duas espécies estudadas (Capítulo VI).

CAPÍTULO VI

ESTUDO DO CICLO REPRODUTOR DE *S. MARGINATUS* E *V. PULLASTRA*

6.1 - INTRODUÇÃO

6.1.1 - Fundamentos Teóricos da Reprodução

Os moluscos bivalves possuem um sistema reprodutor com um par de gónadas, embora algumas espécies possa existir apenas uma (Kükenthal, 1986). Estas estruturas são constituídas por gonoductos, canais genitais principais e numerosos canais secundários que terminam nos folículos gonodais (Gaspar, 1996). As gónadas estão situadas internamente na massa visceral e a sua estrutura morfológica e histológica modifica-se com a idade e com a época do ano.

No início da gametogénese ocorre diferenciação sexual das células germinativas primordiais em espermatogónias, no caso dos machos, e em oogónias, no caso das fêmeas. Durante a gametogénese, as espermatogónias e as oogónias passam por uma série de transformações que culminam com a formação dos oócitos e dos espermatozóides. As espermatogónias primárias dividem-se mitoticamente em espermatogónias secundárias que se diferenciam em espermatócitos primários. A seguir há duas divisões meióticas que dão origem a espermatócitos secundários e depois a espermátides (ou espermátídeos) haplóides. As espermátides entram num processo de espermiogénese e transformam-se em espermatozóides, que se agrupam em colunas radiais e convergem para o lúmen dos folículos. De modo análogo às espermatogónias, as oogónias, dispostas nas paredes dos folículos, dão origem aos oócitos primários, que por sua vez se diferenciam em oócitos secundários. Estes distinguem-se dos primários pelo seu maior tamanho e pelo aspecto do núcleo, que geralmente apresenta dois nucléolos. À medida que o processo de maturação decorre, os oócitos aproximam-se do seu tamanho máximo, desprendem-se da parede e migram para o centro dos folículos. Nesta altura, ambos os sexos estão preparados para a postura (Banha, 1986).

Os moluscos bivalves marinhos são, na sua maioria, dióicos e não apresentam dimorfismo sexual. Não obstante, existem espécies monóicas. O hermafroditismo destas espécies pode assumir diferentes formas (Chícharo, 1994; King, 1995): hermafroditismo funcional, quando os gametas masculinos e femininos são produzidos em simultâneo, podendo

ocorrer auto-fecundação (*Pecten maximus*, *Chlamys opercularis*, *Tridacna spp*); hermafroditismo consecutivo, quando os animais mudam uma única vez de sexo durante toda a sua vida, normalmente esta mudança faz-se de macho para fêmea (*Mercenaria mercenaria*); hermafroditismo rítmico-consecutivo, quando a alternância sexual se repete ao longo da vida e de uma forma aleatória (*Ostrea edulis*); e hermafroditismo alternado, onde apesar de estarem presentes simultaneamente os dois sexos não ocorre autofecundação, uma vez que os ciclos gametogénicos não são coincidentes (*Crassostrea virginica*).

Os espermatozóides e os oócitos são emitidos directamente para a água, onde geralmente ocorre a fecundação. Para tal, é necessário que exista sincronismo no período de emissão de gâmetas. Após a fecundação forma-se uma larva que apresenta duas fases de vida, uma planctónica e outra bentónica (Fig. 6.1). Na fase planctónica, a larva passa por uma série de metamorfoses: i) larva trocófora, que não possui concha; ii) larva velígera, que possui um órgão de locomoção bilobado (velum) e apresenta a primeira concha (prodissoconcha I); e iii) larva veliconcha, assim designada após a formação de uma segunda concha (prodissoconcha II). No final desta fase, a larva desenvolve o pé e mantém o velum funcional, o que lhe permite nadar e rastejar sobre o fundo, e denomina-se larva pedivelígera. Na fase bentónica a larva fixa-se no fundo e sofre transformações, adquirindo estruturas que lhe permitem adaptar-se à vida adulta (Morales, 1983; Chicharo, 1994).

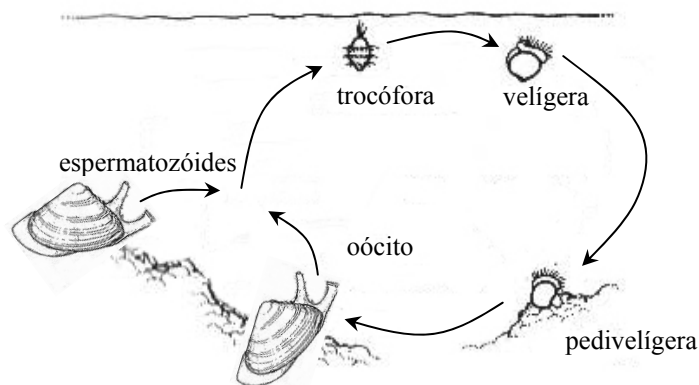


Figura 6.1. Ciclo de vida de um bivalve (adaptado de King, 1995).

Davidson *et al.* (1993) referem que o ciclo reprodutor dos moluscos bivalves é o resultado de um complexo equilíbrio entre factores exógenos (e.g., temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido, pH, disponibilidade alimentar, luz, fases lunares, marés e presença na água de gâmetas do sexo oposto) e factores endógenos (e.g., reservas alimentares, ciclo hormonal e genótipo). A interacção entre estes factores assegura o sincronismo no desenvolvimento gametogénico e na postura permitindo, assim, que a emissão de gâmetas ocorra em condições ambientais óptimas para o desenvolvimento larvar e embrionário.

O estudo do ciclo reprodutor dos moluscos bivalves permite fundamentar cientificamente algumas medidas de regulamentação do exercício da pesca, nomeadamente a criação de épocas de defeso e a definição de tamanhos mínimos de captura. A criação de épocas de defeso na altura da desova garante a protecção dos stocks reprodutores. A fixação do tamanho mínimo de captura, através da determinação do comprimento dos animais na sua primeira maturação, protege os exemplares imaturos e permite que estes desovem pelo menos uma vez antes de serem pescados.

6.1.2 - Objectivos

Neste capítulo pretende-se estudar o ciclo reprodutor do longueirão (*Solen marginatus*) e da amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*) a partir da análise histológica das gónadas. Este estudo tem como objectivos determinar a época de postura e estimar o comprimento/idade da primeira maturação das duas espécies.

6.2 - METODOLOGIA

6.2.1 - Sex Ratio

O longueirão é uma espécie dióica. O sexo dos indivíduos foi determinado macroscopicamente com base na diferente coloração das gónadas. Nas fêmeas, a gónada apresenta uma cor vermelho-arroxeadada e nos machos uma cor esbranquiçada.

Na amêijoia-macha não foi possível distinguir macroscopicamente o sexo dos exemplares dado que não existe diferença cromática nas gónadas de indivíduos de sexos diferentes. Assim, o sexo foi determinado pela observação à lupa de esfregaços da gónada.

Foi calculada a percentagem entre o número de machos e fêmeas presentes na amostragem e utilizou-se o teste de χ^2 com a correcção de Yates para verificar se a proporção entre estes diferia significativamente da razão 1:1 (Spiegel, 1985).

6.2.2 - Ciclo Reprodutor de *Solen marginatus* e *Venerupis pullastra*

Com o objectivo de definir o ciclo reprodutor do longueirão (*Solen marginatus*) e da amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*) na Ria de Aveiro, iniciou-se um programa de amostragens entre Maio de 2002 e Agosto de 2003 e entre Abril de 2002 e Maio de 2003, respectivamente. Tal como referido anteriormente, a amêijoia-macha foi capturada por arrasto com ganchorra no local 1, e a captura do longueirão foi realizada com adriça no local 2 (ver figura 4.1).

Foram recolhidas, para o exame macroscópico da gónada, amostras mensais com cerca de 150 exemplares de cada espécie. Destas, foram retiradas sub-amostras de 50 indivíduos adultos para observação microscópica do estado de maturação da gónada.

O exame microscópico de cortes da gónada permite obter uma informação precisa sobre o estado de maturação. A observação microscópica desta estrutura só é possível após a sua passagem por um conjunto sucessivo de etapas:

Colheita

Para o estudo histológico da gónada removeu-se de cada exemplar, uma porção anterior da massa visceral com cerca de 3 a 5 mm de espessura. Esta porção foi colocada num frasco, devidamente rotulado, onde foi fixada com líquido de San Felice (ver modo de preparação em anexo).

Fixação

Um bom fixador deve preservar as características morfológicas das estruturas celulares que se pretendem examinar e conferir à peça uma determinada rigidez. A fixação actua na conservação das estruturas celulares interrompendo os processos de autólise e confere aos tecidos a rigidez necessária para que estes possam suportar as restantes etapas histológicas. As peças foram fixadas com líquido de San Felice (ver modo de preparação em anexo) durante 48 horas. Após um período de lavagem de cerca de três dias em água corrente, as peças foram conservadas em álcool a 70 % (v/v).

Desidratação

A desidratação elimina a água dos tecidos e prepara-os para a impregnação. Nesta operação, a água foi extraída dos tecidos fazendo mergulhar sucessivamente as peças, durante uma hora, numa série ascendente de álcoois (90 %, 95 %, 100 % I e 100 % II). A passagem pelos álcoois deve ser gradual para preservar as estruturas celulares.

Impregnação

Nesta etapa promove-se a penetração da parafina nos tecidos, tornando-os mais rígidos e preparando-os para o corte. As peças desidratadas foram imersas em butanol durante três horas e de seguida foram colocadas numa mistura em partes iguais de butanol e parafina com ponto de fusão de 43°C. Durante uma hora, as peças permaneceram na estufa a uma temperatura de aproximadamente 47°C, o que permitiu a evaporação do butanol e a sua substituição gradual nos tecidos pela parafina.

A penetração prosseguiu na estufa durante a noite, com a introdução das peças em parafina com ponto de fusão de 43°C. No dia seguinte, as peças passaram para uma parafina com ponto de fusão de 47°C, permanecendo aí uma hora. Após este período, as peças foram mudadas para uma parafina com elevado ponto de fusão (54°C) onde voltaram a aguardar uma hora antes de se proceder à inclusão.

Inclusão

A inclusão das peças num bloco permite a execução das restantes etapas histológicas. Nesta operação as peças foram colocadas, segundo uma orientação predefinida, em moldes próprios para a formação de blocos. A inclusão fez-se em parafina com alto ponto de fusão (54-56°C), administrada por um dispensador de parafina (Electrothermal paraffin wax dispenser).

Enquanto a parafina ainda estava líquida foram introduzidas etiquetas em cada um dos moldes de modo a identificar os exemplares. Deixaram-se os moldes à temperatura ambiente e logo após a solidificação da parafina desenformaram-se os blocos. Estes últimos foram colocados a uma temperatura de cerca de 5°C antes de serem seccionados.

Corte ou seccionamento

Os blocos, após refrigeração, foram cortados em secções de 5 a 6 µm de espessura. A execução dos cortes nos blocos fez-se com auxílio de um micrótomo manual (Reichert-Jung mod. 1130/Biocut). O corte seriado de finas secções do bloco forma uma fita vulgarmente conhecida por “ténia”. Durante o corte, as ténias foram mantidas esticadas com o auxílio de pincéis de cerdas finas. As ténias obtidas foram depois colocadas, suavemente, sobre uma placa de cartão.

Montagem, distensão e colagem dos cortes

As secções da ténia consideradas necessárias foram retiradas com o auxílio de um bisturi e depois foram montadas, com a face mais brilhante voltada para baixo, em lâminas de vidro sobre uma solução de água albuminada (ver modo de preparação em anexo). Para permitir a distensão dos cortes, as lâminas foram colocadas sobre uma placa de aquecimento (Electrothermal MH 6616) mantida a uma temperatura moderada. O excesso de água albuminada foi retirado com papel de filtro.

Secagem

Para garantir a completa adesão da peça à lâmina, retirou-se o excesso da solução colante (água albuminada) com papel de filtro. De seguida, colocaram-se as lâminas numa estufa a 40°C, durante 24 horas.

Desparafinação

A parafina foi retirada das peças através da imersão das lâminas em xilol durante cerca de 30 minutos. Durante esta operação foram usadas duas tinas de imersão e o xilol foi mudado regularmente.

Re-hidratação

Para permitir que os cortes possam ser corados, é necessário proceder à sua re-hidratação. A re-hidratação é conseguida através da passagem das peças por banhos com concentrações decrescentes de álcoois. As lâminas foram mergulhadas durante 5 minutos em cada uma das tinas, contendo uma série descendente de álcoois (100 %, 95 % e 75 %) e no final foram imersas em água corrente durante cerca de 15 minutos.

Coloração

A coloração permite evidenciar as estruturas que se pretendem estudar. Neste trabalho usou-se como corante o Azul de Toluidina (ver modo de preparação em anexo). Os cortes foram corados lâmina a lâmina. Após a aplicação do corante, passaram-se imediatamente as lâminas por água. O processo foi repetido quando se verificou uma fraca coloração. Enquanto se processava uma lâmina, as outras ficavam imersas em água.

Desidratação

Nesta etapa as peças foram desidratadas através da sua passagem por uma série ascendente de álcoois (75 %, 95 % e 100 %). Este processo foi relativamente rápido, cerca de um minuto em cada álcool.

Clareamento ou diafanização

Este processo tem como objectivo tornar a peça mais transparente e possibilitar a mistura com o meio de montagem. Depois da passagem das lâminas pela série ascendente de álcoois, estas foram mergulhadas, sucessivamente, em duas tinas com xilol. Na primeira tina, as lâminas foram enxaguadas e na segunda, sofreram uma paragem de cerca de 10 minutos.

Montagem

Nesta operação, as peças são colocadas num meio de montagem cujo índice de refacção é semelhante ao do vidro. O meio de montagem utilizado foi o Entellan. Com o auxílio de uma vareta de vidro foi colocada uma gota de Entellan em cima do corte. Sobre o meio de montagem foi colocada, cuidadosamente, uma lamela. Para eliminar as bolhas de ar que, por vezes, se formavam entre a lâmina e a lamela, exerceu-se uma ligeira pressão do centro para a periferia da lamela.

Observação microscópica

Após a montagem das preparações, os cortes histológicos foram observados ao microscópio óptico (ZEISS Axioskop 2 plus), e classificados segundo os diferentes estados de maturação.

6.2.3 - Ogiva de Maturação de *Solen marginatus* e *Venerupis pullastra*

Na determinação das ogivas de maturação das duas espécies foram usados os exemplares amostrados nas épocas de postura durante o período de estudo. Para além destes indivíduos, capturaram-se cerca de 300 exemplares de longueirão, durante os meses de Maio e Junho de 2004, com comprimentos que variaram entre os 26 e os 133 mm. Foi ainda recolhida em Junho do mesmo ano uma amostra suplementar de 100 exemplares de amêijoa-macha, cujos comprimentos variaram entre os 7 e os 40 mm.

A técnica de captura do longueirão teve que ser alterada, porque a dimensão da seta da adriça impedia a captura dos exemplares mais pequenos. Assim, substituiu-se a adriça por

uma pá ou pachil (ver figura 4 em anexo). Este utensílio é utilizado pelos pescadores na apanha de isco para a pesca e tem uma capacidade de penetração no sedimento de cerca de 30 cm. Devido à relação que existe entre as dimensões dos indivíduos e o diâmetro dos orifícios na superfície do sedimento, a identificação e a colheita dos exemplares juvenis fez-se com relativa facilidade.

O tamanho da primeira maturação pode ser definido como o comprimento a partir do qual 50% dos indivíduos estão sexualmente maduros (King, 1995). Foram classificados como sexualmente maduros todos os exemplares que, através de exame microscópico das gónadas, se encontravam nos seguintes estados de maturação: III - Maturação, IV - Postura e V - Pós-postura. Os dados obtidos foram ajustados à seguinte curva logística:

$$P = \frac{1}{1 + \exp^{-r(L - L_{50})}}$$

onde, P é a proporção de exemplares maduros em cada classe de comprimento (L); r é o declive da curva e L_{50} é o comprimento da primeira maturação (King, 1995).

6.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 - Sex Ratio

O exame macroscópico permitiu, com base na diferença cromática das gónadas, a determinação do sexo de *S. marginatus*. Contudo, quando os exemplares se encontravam nas fases de repouso sexual, gametogénese inicial e pós-postura, a identificação do sexo não era suficientemente perceptível.

Na tabela 6.1, apresentam-se apenas os resultados referentes aos indivíduos para os quais foi possível identificar macroscopicamente o sexo. Considerando o conjunto total de indivíduos analisados ao longo do período de estudo observou-se uma percentagem ligeiramente inferior de machos relativamente às fêmeas (49,2% e 50,8% respectivamente) mas o sex ratio não diferiu significativamente da razão 1:1 ($\chi^2 = 0,271$; g.l. = 1; $P > 0,05$).

Tabela 6.1. *Solen marginatus*. “Sex ratio” dos exemplares colhidos entre Maio e Agosto de 2002 e entre Abril e Julho de 2003.

Mês \ Sexo	♂	♀	TOTAL	%♂	%♀
Maio 02	113	128	241	46,9	53,1
Junho 02	163	156	319	51,1	48,9
Julho 02	122	128	250	48,8	51,2
Agosto 02	69	63	132	52,3	47,7
Abril 03	29	52	81	35,8	64,2
Maio 03	21	25	46	45,7	54,3
Junho 03	29	28	57	50,9	49,1
Julho 03	43	28	71	60,6	39,4
TOTAL	589	608	1197	49,2	50,8

Na tabela 6.2, apresentam-se os resultados obtidos para a amêijoia-macha e referem-se exclusivamente aos exemplares para os quais foi possível determinar o sexo através da observação à lupa de esfregaços da gónada. Obtiveram-se resultados similares aos do longueirão, verificando-se que a proporção entre machos e fêmeas não diferiu significativamente da razão 1:1 ($\chi^2 = 0,012$; g.l. = 1; $P > 0,05$).

Tabela 6.2. *Venerupis pullastra*. “Sex ratio” dos exemplares colhidos entre Abril de 2002 e Maio de 2003.

Mês \ Sexo	♂	♀	TOTAL	%♂	%♀
Abril 02	34	38	72	47,2	52,8
Maio 02	172	94	266	64,7	35,3
Junho 02	66	100	166	39,8	60,2
Julho 02	143	182	325	44,0	56,0
Agosto 02	70	84	154	45,5	54,5
Setembro 02	8	6	14	57,1	42,9
Outubro 02	8	9	17	47,1	52,9
Novembro 02	12	12	24	50,0	50,0
Dezembro 02	3	3	6	50,0	50,0
Janeiro 03	20	19	39	51,3	48,7
Fevereiro 03	37	36	73	50,7	49,3
Março 03	25	19	44	56,8	43,2
Abril 03	29	29	58	50,0	50,0
Maio 03	22	23	45	48,9	51,1
TOTAL	649	654	1303	49,8	50,2

6.3.2 - Ciclo Reprodutor de *Solen marginatus* e *Venerupis pullastra*

Ao longo do ciclo reprodutor as gónadas dos bivalves passam por uma série de alterações histológicas que reflectem o seu estado de maturação sexual. Neste trabalho, os diferentes estados do ciclo sexual foram classificados com base na escala de maturação proposta por Gaspar (1996), introduzindo-lhe apenas ligeiras modificações, de forma a adaptá-la às espécies em estudo.

Estado 0 – Repouso sexual

Nesta fase não se observa qualquer traço de sexualidade. Macroscopicamente a massa visceral apresenta-se plana, deixando transparecer os contornos do intestino.

Microscopicamente este estado é caracterizado pela abundância de tecido conjuntivo, ausência de gâmetas residuais e escassas células germinais (Fig. 6.2).

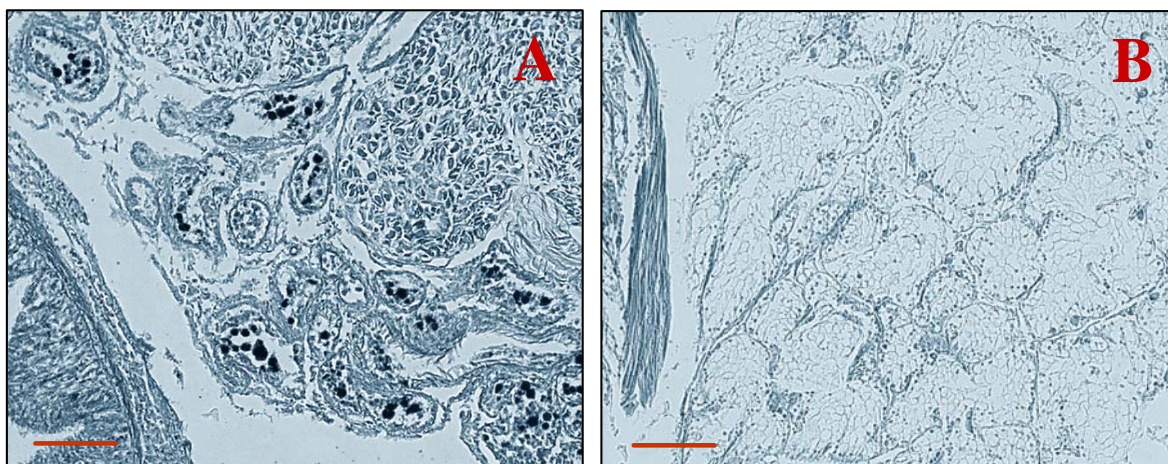


Figura 6.2. Estado 0. Microfotografias de cortes da gónada do lingueirão (A) e da amêijoia-macha (B).
Barras de escala: 100 µm.

Estado I – Gametogénese inicial

Macroscopicamente ainda não se distingue o sexo dos animais. Histologicamente esta fase é caracterizada pelo início da gametogénese. Os folículos apresentam um maior diâmetro e paredes mais espessas. O tecido conjuntivo interfolicular é abundante. Os folículos estão ocupados pelos estados primários da gametogénese.

Nos exemplares do sexo masculino observam-se nas paredes dos folículos espermatogónias, que por divisão originam espermatócitos I, espermatócitos II, espermatídes e espermatozóides, agrupados em colunas radiais. Neste estado de maturação a gónada feminina apresenta oócitos em fases iniciais de desenvolvimento que se encontram incrustados nas paredes dos folículos ou ligadas a estas por um pedúnculo citoplasmático (Fig. 6.3).

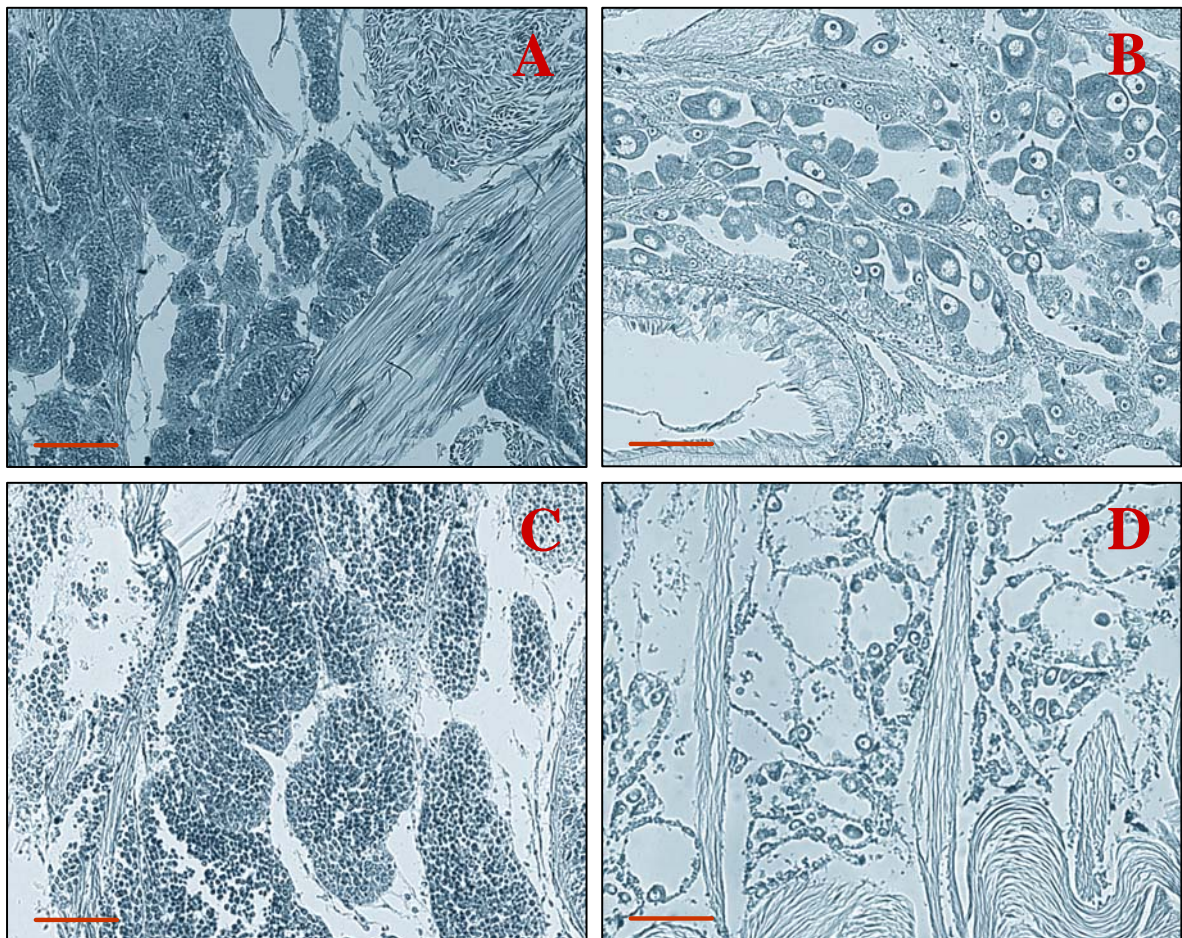


Figura 6.3. Estado I. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm.

Estado II – Gametogénese avançada

Neste estado ocorre um aumento nítido da gónada, que ocupa grande parte do manto e cobre parcialmente a massa visceral. No longueirão já se consegue determinar macroscopicamente o sexo dos exemplares.

Histologicamente esta fase é caracterizada pelo aumento do diâmetro dos folículos e pela diminuição do tecido conjuntivo interfolicular. Dentro dos folículos observa-se uma coexistência de gâmetas em diferentes estados de maturação. Nos exemplares masculinos, o lúmen dos folículos apresenta-se preenchido por espermatozóides dispostos em trabéculas irradiantes. Nas fêmeas, a maioria dos oócitos encontra-se ainda ligada à parede dos folículos por um pedúnculo. Estes oócitos periformes partilham o interior dos folículos com outros em estado mais atrasado de desenvolvimento e com alguns já maduros (Fig. 6.4).

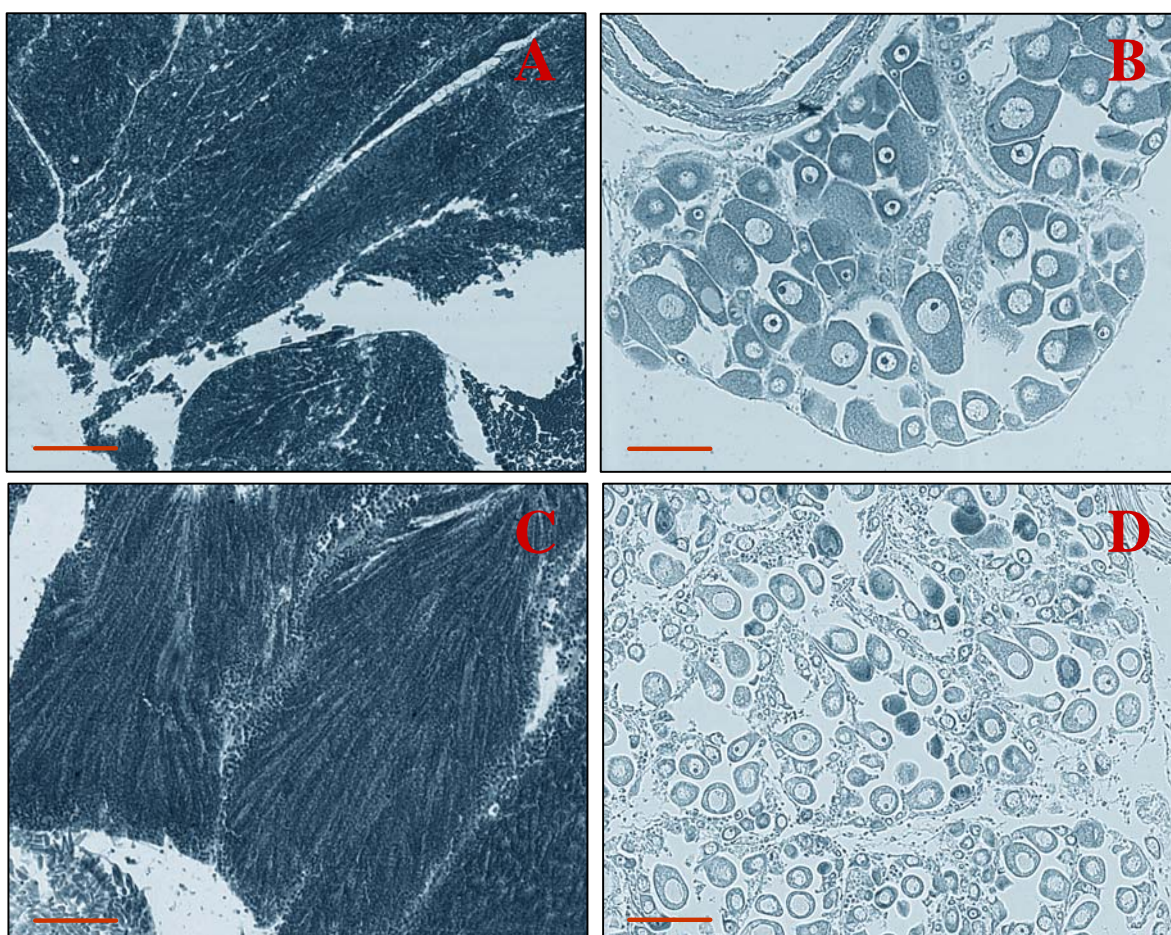


Figura 6.4. Estado II. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoa-macha. Barras de escala: 100 µm.

Estado III – Maturação

Neste estado é atingida a proliferação máxima da gónada. Esta cobre a totalidade da massa visceral e, no longueirão, chega mesmo a insinuar-se ao longo de quase todo o comprimento do pé do bivalve.

Microscopicamente pode observar-se o desaparecimento total do tecido conjuntivo interfolicular. Os folículos apresentam o seu diâmetro máximo, ocupando praticamente toda a gónada e encontram-se repletos de gâmetas maduros. Apesar desta fase caracterizar o fim da gametogénese ainda se observam, em ambos os sexos, células sexuais em diferentes estados de desenvolvimento. Nesta fase, os exemplares estão preparados para efectuar a emissão de gâmetas, no entanto ainda não a iniciaram. Nas fêmeas, os oócitos estão comprimidos no lúmen dos folículos, apresentando uma configuração poligonal e nos machos observa-se a desorganização das trabéculas irradiantes (Fig. 6.5).

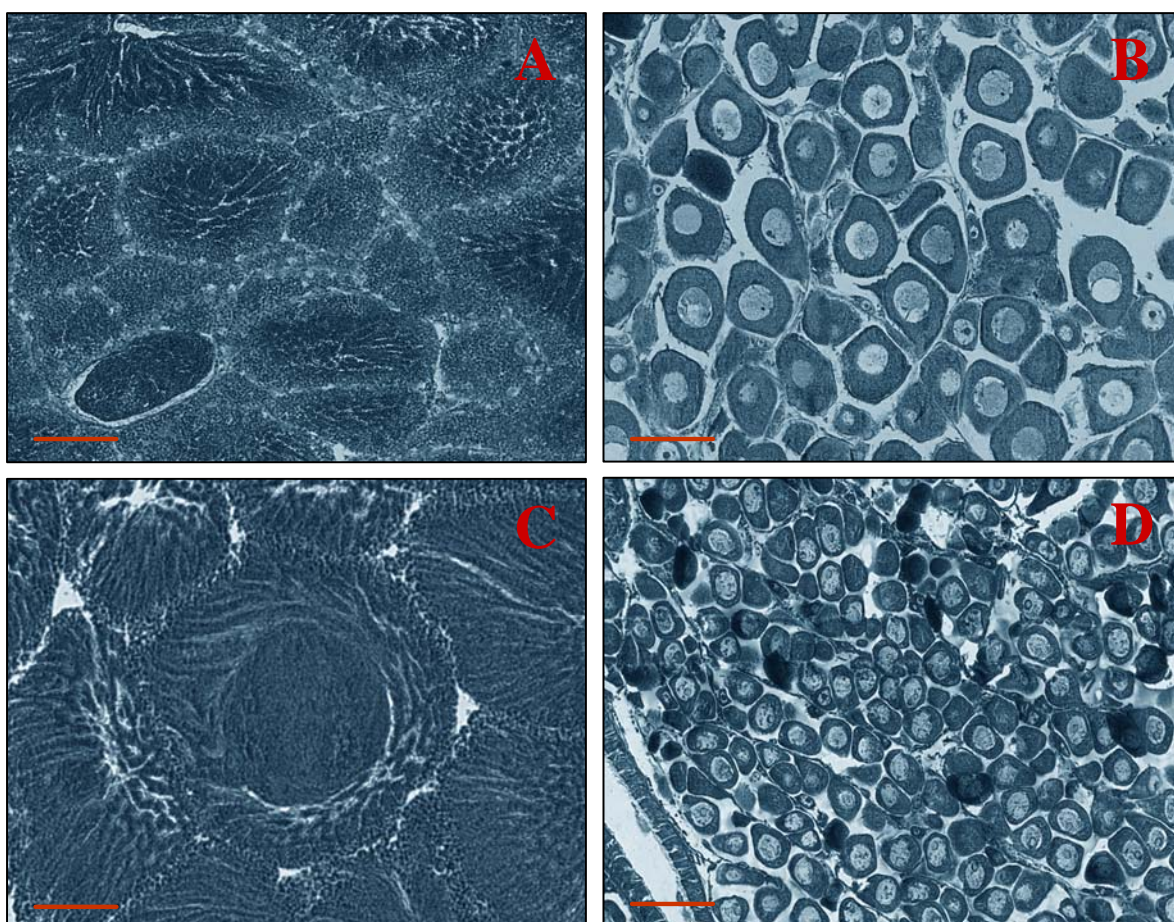


Figura 6.5. Estado III. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 µm.

Estado IV – Postura

Macroscopicamente observa-se uma regressão da gónada. A massa visceral torna-se flácida e translúcida, voltando a deixar transparecer os contornos do intestino.

Histologicamente podem-se observar indícios de postura. Nesta fase verifica-se uma redução do diâmetro dos folículos acompanhada por um aumento do tecido conjuntivo interfolicular. À medida que a desova avança vai-se verificando a presença de folículos completamente vazios e o aparecimento de numerosos hemócitos.

A postura reflecte-se de forma análoga em ambos os sexos. Ocorrendo uma redução na densidade de gâmetas masculinos e femininos. Nas fêmeas, os oócitos assumem contornos mais arredondados como consequência da pressão interfolicular (Fig. 6.6).

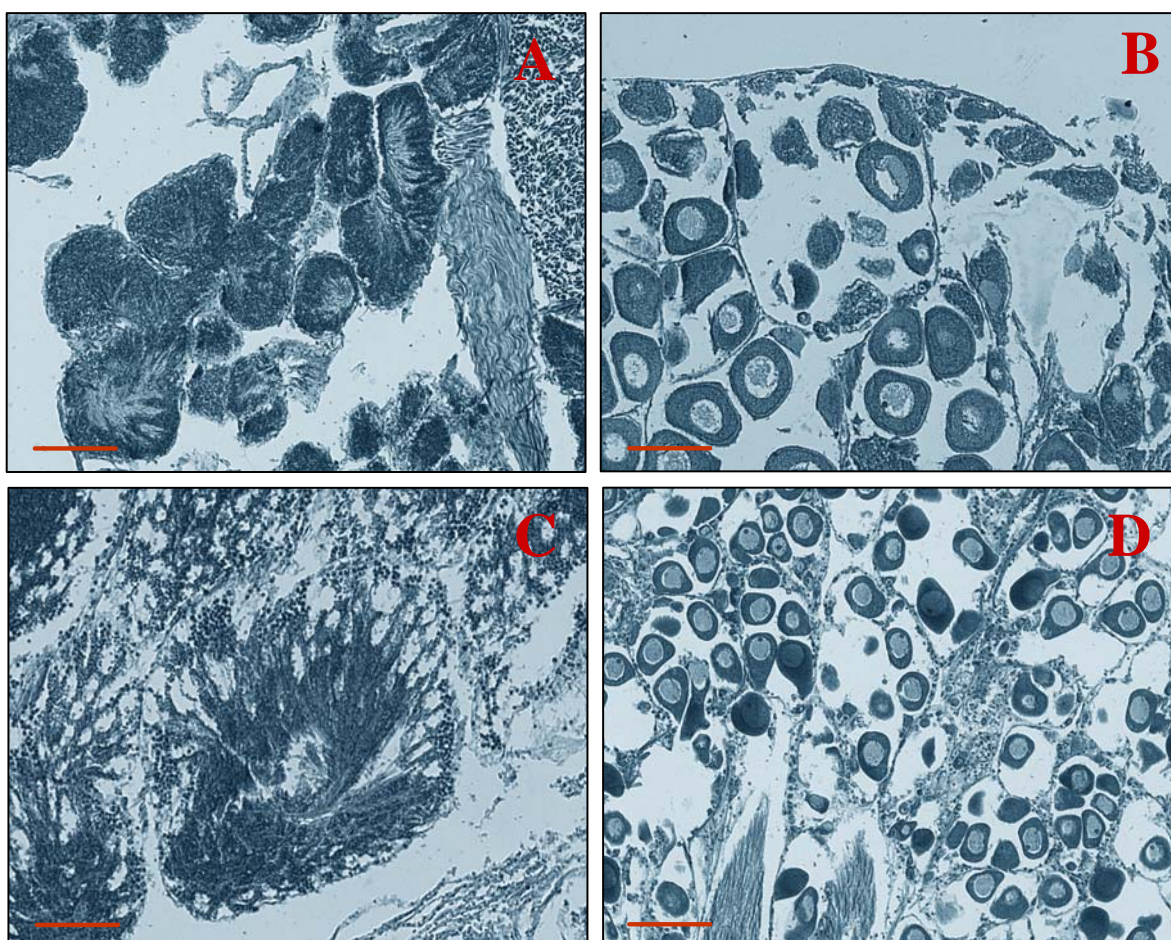


Figura 6.6. Estado IV. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoia-macha. Barras de escala: 100 μ m.

Estado V – Pós-postura

No longueirão, a presença de alguns gâmetas residuais permite a distinção macroscópica do sexo de alguns exemplares. A parede da massa visceral encontra-se flácida e por transparência conseguem ver-se os contornos do intestino.

Histologicamente esta fase caracteriza-se por uma acentuada proliferação do tecido conjuntivo interfolicular e pela presença de numerosos hemócitos, que efectuem uma reabsorção dos oócitos e espermatozóides residuais e de todo o material sexual não expelido (Fig. 6.7).

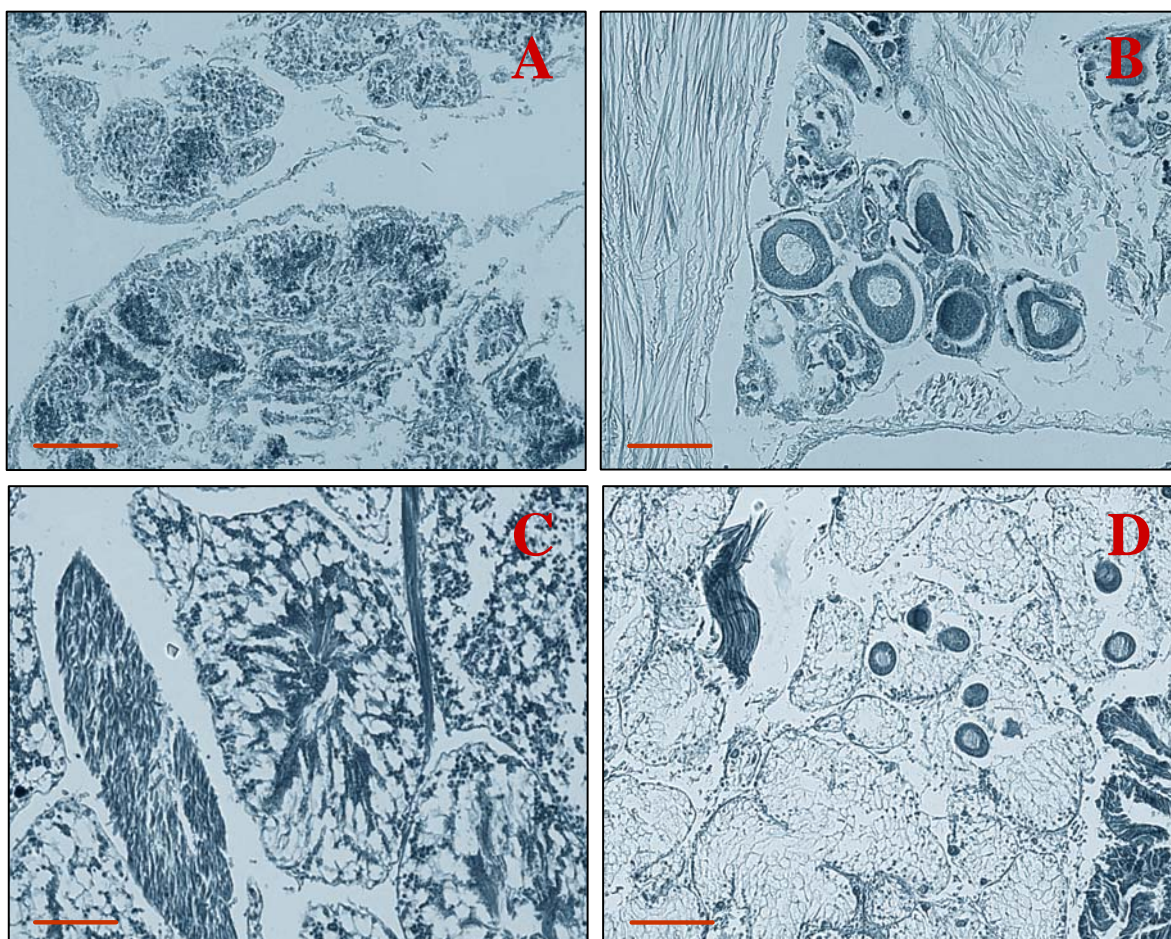


Figura 6.7. Estado V. Microfotografias de cortes da gónada masculina (A) e feminina (B) do longueirão e da gónada masculina (C) e feminina (D) da amêijoa-macha. Barras de escala: 100 µm.

Na figura 6.8 compara-se a percentagem mensal dos machos e das fêmeas do longueirão e da amêijoa-macha que se apresentam em diferentes estados do ciclo reprodutor. Observou-se um sincronismo na maturação entre machos e fêmeas. Por esta razão, mostra-se também a variação sazonal da maturação das gónadas analisando conjuntamente os machos e as fêmeas (figuras 6.9 e 6.11).

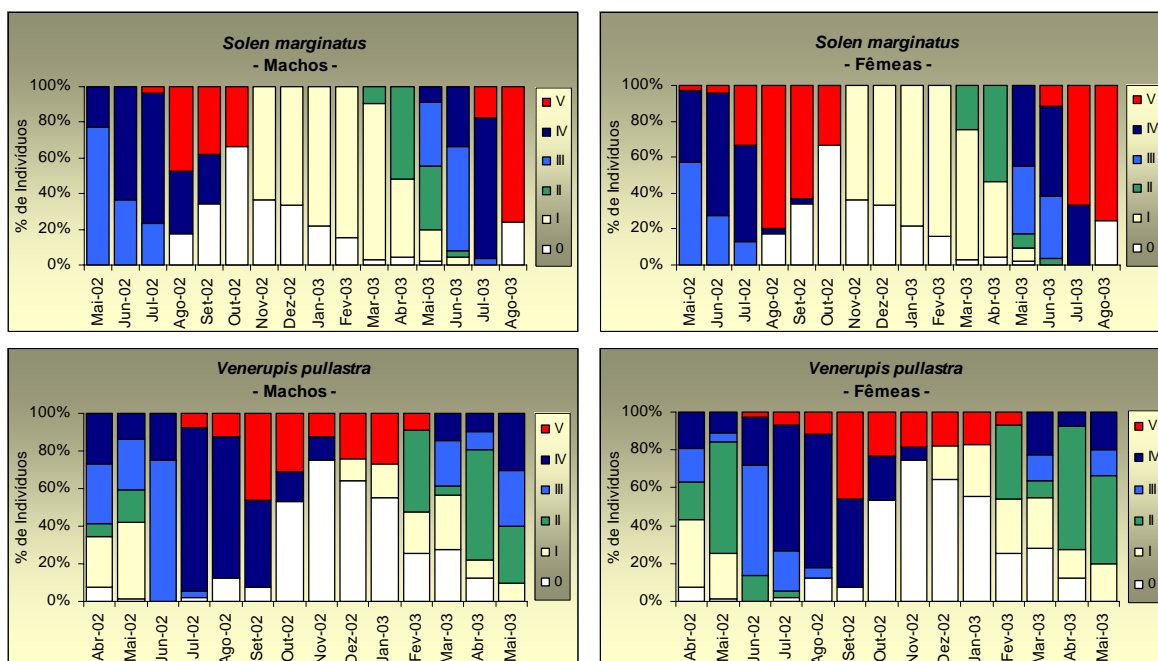


Figura 6.8. Variação mensal da percentagem dos machos e das fêmeas do longueirão e da amêijoa-macha em cada estado do ciclo reprodutor.

No que diz respeito ao ciclo reprodutor do longueirão (Fig. 6.9), verificou-se que os exemplares observados permaneceram em repouso sexual (estado 0) ou em fases iniciais de gametogénese (estado I) durante grande parte do Outono e no Inverno. A gametogénese evoluiu, e em Março surgiram os primeiros indivíduos no estado II (18%), esta percentagem aumentou para 53% durante o mês de Abril. Em Maio, a maior parte dos exemplares encontrava-se na fase de maturação (estado III), tendo uma pequena percentagem de indivíduos iniciado a postura (estado IV). Observou-se uma desova mais intensa nos meses de Junho e Julho. No final do Verão (Agosto e Setembro) a maioria dos exemplares encontrava-se na fase de pós-postura (estado V). Enquanto que em 2002 a desova ocorreu entre Maio e Setembro, em 2003 o período de emissão foi mais curto, tendo decorrido entre Maio e Julho.

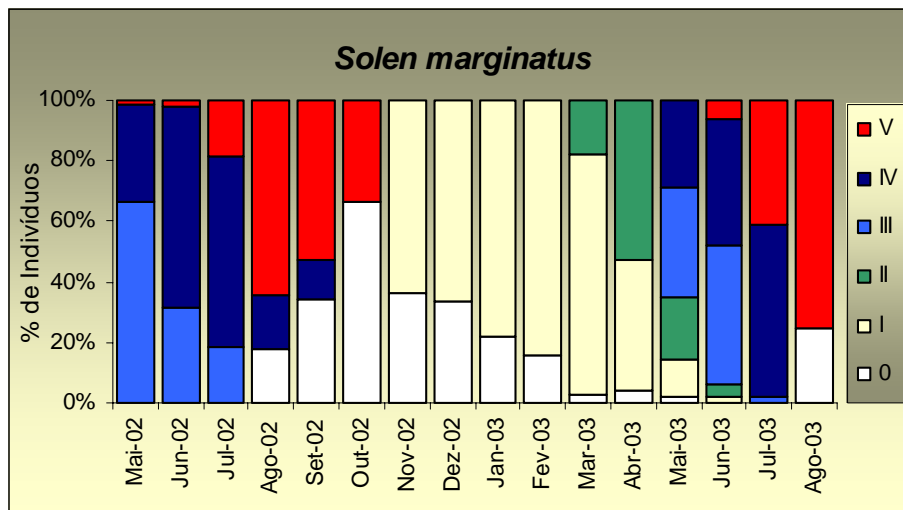


Figura 6.9. Variação da percentagem de machos e fêmeas do longueirão (analisados conjuntamente) nos diferentes estados de maturação. (0) Repouso sexual; (I) gametogénese inicial; (II) gametogénese avançada; (III) maturação; (IV) postura; (V) pós-postura.

São poucos os estudos de reprodução dirigidos a esta espécie. Na Ria de Ortigueira (Espanha), o período de postura ocorre entre os meses de Março e Junho, apresentando picos máximos em Maio e Junho (Rodríguez-MoscOSO *et al.*, 1996). No Canal de Távira (Ria Formosa, Portugal) a emissão de gâmetas parece ocorrer entre os meses de Abril e Julho (Santos *et al.*, 1986). Bruzón *et al.* (2000) estudaram o ciclo reprodutivo desta espécie em Bajo de la Cabezuela (Baía de Cádiz, Espanha) e verificaram que a postura se processou entre Fevereiro e Setembro (Fig. 6.10). O padrão comum mais relevante que surge da comparação destes vários estudos, incluindo o presente trabalho, é o de que a postura do longueirão na Península Ibérica ocorre predominantemente entre a Primavera e o Verão.

	Época de postura	Área Geográfica	Referência
	Março - Junho	1 - Ria de Ortigueira	Rodríguez-MoscOSO <i>et al.</i> , 1996
	Maio - Setembro	2 - Ria de Aveiro (2002)	Presente estudo
	Maio - Julho	2 - Ria de Aveiro (2003)	Presente estudo
	Abril - Julho	3 - Ria Formosa	Santos <i>et al.</i> , 1986
	Fevereiro - Setembro	4 - Baía de Cádiz	Bruzón <i>et al.</i> , 2000

Figura 6.10. *Solen marginatus*. Síntese de resultados obtidos para a época de postura do longueirão por diversos autores em diferentes áreas geográficas.

Relativamente ao ciclo reprodutivo da amêijoia-macha (Fig. 6.11), verificou-se em Dezembro o início da gametogénese (estado I). O ciclo reprodutor evoluiu e em Fevereiro já se observaram cerca de 41% de indivíduos no fim da gametogénese (estado II). Alguns exemplares atingiram a maturação sexual (estado III) em Março, iniciando neste mês um período de pequenas emissões de gâmetas que se estendeu até Maio. Por extrapolação com os dados obtidos em 2002 a postura (estado IV) prolongou-se pelos seis meses subsequentes, apresentando contudo a sua expressão máxima nos meses de Verão, em particular em Julho e Agosto, onde se observou um pico máximo de desova que envolveu cerca de 76% da população. Entre Outubro e Novembro a população passou a ser dominada por indivíduos que se encontravam em fases de pós-postura (estado V) ou de repouso sexual (estado 0), situação que se prolongou até Janeiro.

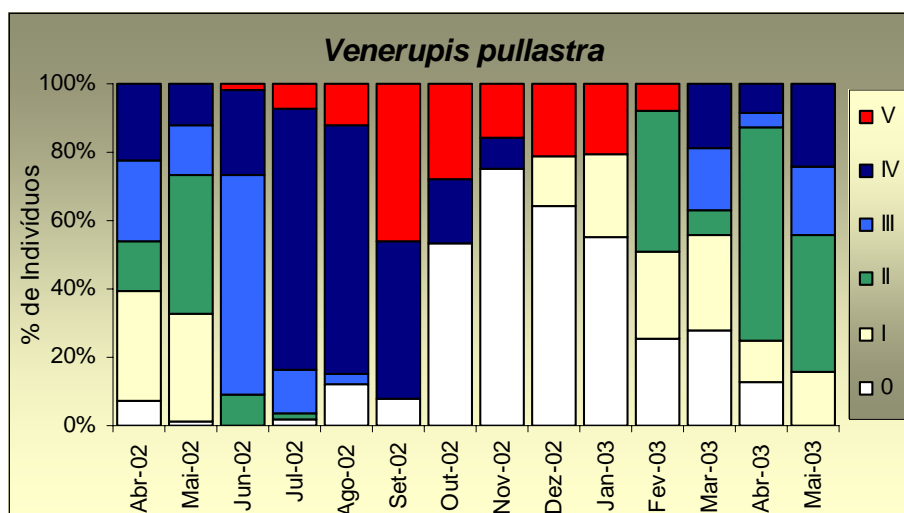


Figura 6.11. Variação da percentagem de machos e fêmeas da amêijoia-macha (analisados conjuntamente) nos diferentes estados de maturação. (0) Repouso sexual; (I) gametogénese inicial; (II) gametogénese avançada; (III) maturação; (IV) postura; (V) pós-postura.

A comparação dos resultados por nós obtidos com os de Amaral (1995) na Ria de Aveiro, e com os de Villalba *et al.* (1993) na Ria de Vigo, mostra que, apesar de existirem algumas diferenças no início e no final da época de postura, a espécie apresenta um extenso período de reprodução (da Primavera até ao Outono) ao longo do qual ocorre emissão parcial de gâmetas. Camacho (1980) verificou que a espécie apresenta uma estratégia de reprodução diferente, tendo observado uma época de postura mais curta (entre Março e Maio) na Ria de Arosa, Espanha (Fig. 6.12). Estas diferenças poder-se-ão dever a factores ambientais específicos que influenciam a reprodução.



Figura 6.12. *Venerupis pullastra*. Síntese de resultados obtidos para a época de postura da amêijoia-macha por diversos autores em diferentes áreas geográficas.

De facto, o ciclo reprodutor dos bivalves pode ser influenciado por diversos factores exógenos. Duinker *et al.* (2000) e Meneghetti *et al.* (2004) observaram uma relação entre o fotoperíodo e a gametogénese. Estes autores sugerem que o desenvolvimento das gónadas se inicia com o aumento do fotoperíodo.

O efeito da temperatura da água no desenvolvimento sexual dos moluscos bivalves tem sido estudado por diversos autores. Frías-Espéricueta *et al.* (1999) e Choi & Chang (2003) consideram que o aumento da temperatura da água induz os processos de gametogénese e que a postura é desencadeada quando se atinge uma temperatura mínima crítica.

Bonardelli *et al.* (1996) estudaram a relação entre a temperatura da água e a postura e verificaram que a emissão de gâmetas coincidia com as altas temperaturas observadas no Verão. Segundo estes autores, os fenómenos de postura ocorriam devido a fortes aumentos ou variações da temperatura da água, mas não estavam associados a uma temperatura mínima crítica para a desova.

Apesar da temperatura da água ter sido considerada por vários autores como o parâmetro prioritário no controlo dos ciclos reprodutivos, estudos recentes (e.g. Pazos *et al.*, 1996; Urrutia *et al.*, 1999; Urban, 2000; Rueda & Smaal, 2003; Rodriguez-Rúa *et al.*, 2003; Darriba *et al.*, 2004) apontam a relação entre a temperatura e a disponibilidade alimentar como um factor de elevada relevância. A temperatura para além de ter um efeito directo na gametogénese, pode indirectamente, afectar a disponibilidade de alimento (Ojea *et al.*, 2004).

Dado que não foi possível estudar a relação entre os múltiplos factores exógenos e o padrão reprodutivo das espécies em estudo, não nos parece sensato referir a temperatura como único factor de indução de postura. Pensamos, no entanto, que os ciclos gametogénicos do longueirão e da amêijoia-macha apresentam um padrão sazonal relacionado com a temperatura da água, uma vez que se observou uma emissão de gâmetas mais intensa durante os meses mais quentes de Verão.

6.3.3 - Ogiva de Maturação de *Solen marginatus* e *Venerupis pullastra*

Tal como referido anteriormente, o tamanho da primeira maturação (L_{50}) é geralmente definido como o comprimento a partir do qual 50% dos indivíduos estão sexualmente maduros. É com base no L_{50} que podem ser definidas estratégias de protecção dos recursos, nomeadamente a determinação dos tamanhos mínimos de captura.

As ogivas de maturação do longueirão (Fig. 6.13) mostram que as fêmeas e os machos desta espécie atingem a 1ª maturação sexual com comprimentos médios de 47,7 mm e 44,7 mm, respectivamente.

A curva de crescimento em comprimento estimada a partir da técnica da película de acetato (Fig. 5.31), permite verificar que o longueirão atinge os referidos comprimentos entre o 1º e o 2º Inverno de vida.

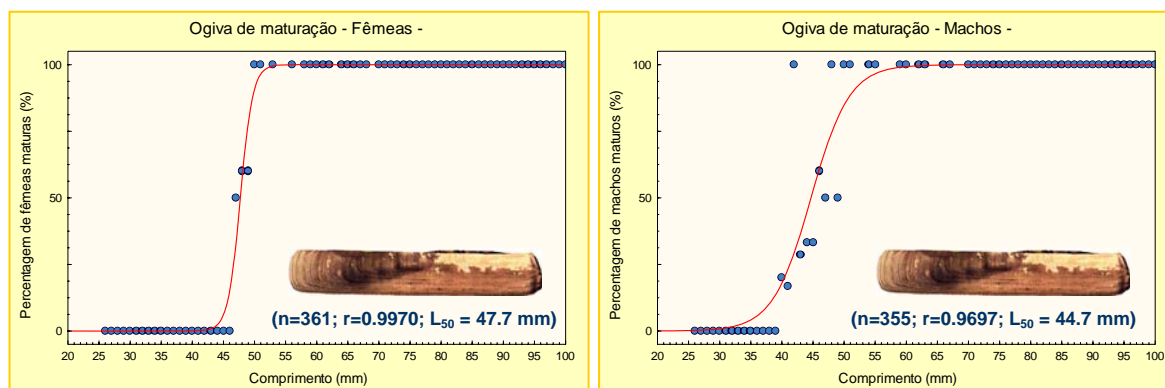


Figura 6.13. *Solen marginatus*. Ogivas de 1ª maturação estimadas para as fêmeas e para os machos desta espécie

Na figura 6.14 constata-se que tanto as fêmeas como os machos da amêijoia-macha atingem a 1ª maturação sexual com o comprimento médio de 22,0 mm. Este resultado mostra que a espécie atinge a maturação sexual entre o 1º e o 2º Inverno de vida (Fig. 5.32).

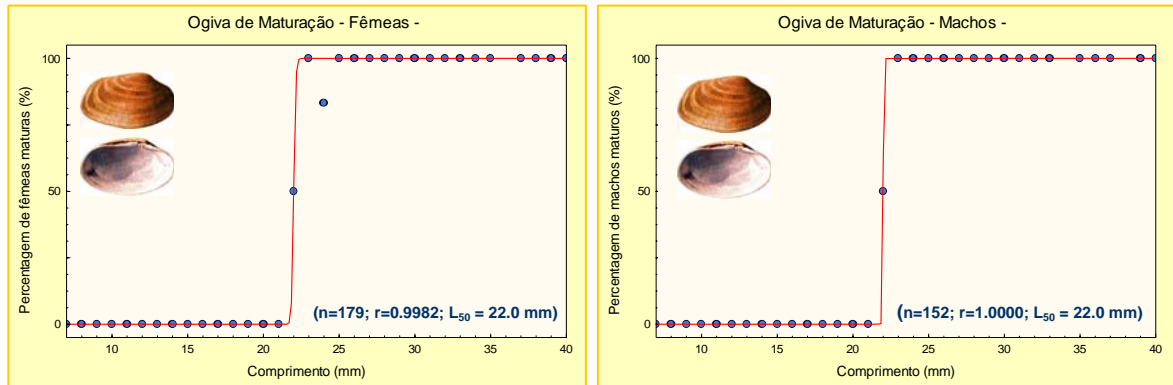


Figura 6.14. *Venerupis pullastra*. Ogivas de 1ª maturação estimadas para as fêmeas e para os machos desta espécie

Não se encontrou qualquer referência sobre o comprimento da primeira maturação das duas espécies estudadas, pelo que não é possível comparar e discutir os resultados com os de outros autores.

6.4 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no estudo do ciclo reprodutor do longueirão revelaram que em 2002 a emissão de gâmetas ocorreu entre Maio e Setembro, enquanto que em 2003 o período de desova foi mais curto, entre Maio e Julho. Deste modo, poder-se-á implementar uma época de defeso entre Maio e Julho.

Tendo em conta o longo período de postura da amêijoia-macha na Ria de Aveiro, que decorre de Março a Novembro, propõe-se que a época de defeso, cuja duração deve ter em consideração, entre outros aspectos, o ciclo reprodutivo das outras espécies comerciais de bivalves, seja implementada no período de maior intensidade de emissão de gâmetas, ou seja, entre Junho e Setembro.

As ogivas de maturação das duas espécies estudadas permitiram estimar os comprimentos/idade da primeira maturação de *Solen marginatus* e de *Venerupis pullastra*.

O longueirão atinge o comprimento da primeira maturação entre o 1º e o 2º Inverno de vida, dado que o L_{50} é de 44,7 mm para os exemplares masculinos e de 47,7 mm para os exemplares femininos. Como o seu tamanho mínimo de captura não está regulamentado propõe-se, de acordo com a biologia da espécie, a fixação de um valor nunca inferior ao maior L_{50} estimado (47,7 mm). Relativamente à amêijoa-macha verifica-se que, tal como o longueirão, atinge a maturação sexual entre o 1º e o 2º Inverno de vida. Como nas ogivas de maturação a transição de 0 a 100% de indivíduos maduros ocorre bruscamente a partir dos 21 mm, o tamanho mínimo de captura deverá ser superior ao estimado pelo L_{50} (22,0 mm).

Propõe-se que o tamanho mínimo de captura corresponda pelo menos ao comprimento atingido no fim do 2º Inverno de vida, isto é, 62,1 mm no caso do longueirão e 26,7 mm no caso da amêijoa-macha. A escolha destes valores protege devidamente o stock reprodutor porque garante que todos os indivíduos se reproduzem pelo menos uma vez antes de atingirem aqueles tamanhos. No caso da amêijoa-macha dever-se-á manter o actual tamanho mínimo de captura que se encontra legalmente fixado em 30 mm. A manutenção desta medida legislativa permite garantir uma boa capacidade de reprodução dos stocks, se os efectivos populacionais forem assegurados.

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES GERAIS

A análise dos resultados obtidos ao longo deste trabalho permitiu tecer algumas conclusões sobre alguns aspectos da biologia de *Solen marginatus* e de *Venerupis pullastra*. Neste capítulo apresentam-se as que se consideram mais relevantes para fundamentar cientificamente a gestão destes recursos haliêuticos.

O estudo da biologia das espécies apresentou duas vertentes: o estudo do crescimento e do ciclo reprodutor.

O estudo do crescimento de *Solen marginatus* e de *Venerupis pullastra* permitiu caracterizar morfológicamente as duas espécies, descrever o crescimento sazonal dos exemplares com dois anéis de crescimento, validar a periodicidade de formação dos anéis de crescimento e estimar as respectivas curvas de crescimento individual, a partir da leitura dos anéis anuais externos visíveis na superfície da concha e da análise da estrutura interna da concha.

Relativamente à caracterização morfológica constatou-se que:

- i) o longueirão apresenta uma alometria positiva entre o comprimento e a altura, e entre o comprimento e a espessura; a amêijoia-macha apresenta uma alometria negativa tanto na relação comprimento/altura como na relação comprimento/espessura; assim, verifica-se que nas duas espécies ocorrem diferenças no crescimento dos diferentes eixos da concha, o que com a idade se traduz numa mudança gradual da forma da concha; no que diz respeito à relação peso/comprimento observa-se que no longueirão existe uma alometria negativa entre estas duas variáveis, o que significa que, ao longo do tempo, o peso aumenta relativamente menos que o comprimento; quanto à amêijoia-macha, o peso aumenta proporcionalmente com o comprimento, o que se corrobora pela relação isométrica entre estes dois parâmetros.

Quanto ao crescimento sazonal dos indivíduos com dois anéis de crescimento (classe de idade 1⁺) e à validação da periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento conclui-se que:

- i) para *Solen marginatus* existe um período de crescimento quase nulo que decorre durante todo o Outono e parte do Inverno, e um período de crescimento que tem início no Inverno (em Janeiro/Fevereiro) e se prolonga até Setembro; para *Venerupis pullastra* o crescimento ocorre entre Novembro e Junho, sendo praticamente nulo entre Julho e Outubro; a baixa taxa de crescimento observada nos meses de Verão pode estar relacionada com a utilização da energia, normalmente empregue no crescimento, na actividade reprodutora da espécie; de facto, verifica-se que a postura apresenta a sua expressão máxima durante os meses de Julho e Agosto;
- ii) nas duas espécies, a formação do anel de crescimento tem uma periodicidade anual; no longueirão, o anel de crescimento surge em Janeiro e encontra-se formado em todos os animais em Abril; na amêijoa-macha surge em Novembro, formando-se na totalidade dos indivíduos no mês de Março.

Relativamente à determinação das curvas de crescimento linear e ponderal obtidas com base na leitura dos anéis externos da concha e na técnica da película de acetato, verificou-se que:

- i) no longueirão, a técnica da leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha subestima a idade, uma vez que não permite distinguir os últimos anéis de crescimento que se sobrepõem no bordo da concha dos exemplares de classes etárias mais velhas; no entanto, a análise da estrutura interna da concha pela técnica da película de acetato permite ultrapassar este problema e ainda distinguir, através do padrão de deposição dos micro-anéis de crescimento, os verdadeiros anéis anuais (de ocorrência periódica) dos falsos anéis anuais (de ocorrência ocasional); assim, apesar de ser um método lento e trabalhoso, sugere-se o uso desta técnica para estimar a idade do longueirão;

- ii) na amêijoia-macha, aconselha-se a utilização do método tradicional da leitura dos anéis externos visíveis na superfície da concha para determinar a idade desta espécie, pois é um método mais simples e mais rápido e apresenta resultados muito similares aos obtidos pela técnica da película de acetato;
- iii) a aplicação destas técnicas permitiu obter as equações de crescimento linear e ponderal de von Bertalanffy para as duas espécies estudadas; a curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy estimada a partir da técnica da película de acetato, permitiu verificar que a amêijoia-macha atinge o tamanho mínimo de captura de 30 mm, definido pela Portaria n.º 1266/2004 de 1 de Outubro, entre o 2º e o 3º Inverno de vida.

O estudo do ciclo reprodutor de *Solen marginatus* e de *Venerupis pullastra* permitiu determinar o sex-ratio, a época de postura e estimar o comprimento/idade da primeira maturação. Estes conhecimentos são essenciais para a definição de estratégias de exploração dos recursos. Os resultados obtidos revelaram que:

- i) ambas as espécies são dióicas e não se observou nenhum caso de hermafroditismo nos exemplares estudados; a proporção entre machos e fêmeas não diferiu significativamente da razão 1:1;
- ii) em 2002, a época de reprodução do longueirão iniciou-se em Maio e prolongou-se até Setembro, tendo apresentado valores máximos nos meses de Junho e Julho, enquanto que em 2003 o período de desova foi mais curto, entre Maio e Julho; assim, poder-se-á implementar uma época de defeso entre Maio e Julho;
- iii) a amêijoia-macha iniciou em Março um período de pequenas emissões de gâmetas que se estendeu até Maio; a emissão prolongou-se pelos seis meses subsequentes, tendo apresentado a sua expressão máxima nos meses de Verão, em particular no mês de Julho, onde se observou um pico máximo de desova envolvendo cerca de 76% dos animais; tendo em conta o período de maior

intensidade de emissão de gâmetas e o ciclo reprodutivo das outras espécies de bivalves na Ria de Aveiro, propõe-se que a época de defeso da amêijoia-macha seja implementada entre Junho e Setembro;

- iv) no longueirão, os machos atingem o comprimento da primeira maturação (L_{50}) com 44,7 mm e as fêmeas com 47,7 mm, ou seja, entre o 1º e o 2º Inverno de vida; dado que o tamanho mínimo de captura não está regulamentado propõe-se, de acordo com a biologia da espécie, a fixação de um valor nunca inferior ao maior L_{50} estimado (47,7 mm);
- v) a amêijoia-macha atinge a maturação sexual entre o 1º e o 2º Inverno de vida; dado que nas ogivas de maturação, estimadas para os exemplares masculinos e femininos, a transição de 0 a 100% de indivíduos maturos ocorre bruscamente a partir dos 21 mm, o tamanho mínimo de captura deverá ser superior ao estimado pelo L_{50} (22,0 mm);
- vi) propõe-se que o tamanho mínimo de captura corresponda pelo menos ao comprimento atingido no fim do 2º Inverno de vida, ou seja, 62,1 mm para o longueirão e 26,7 mm para a amêijoia-macha; no caso da amêijoia-macha dever-se-á manter o actual tamanho mínimo de captura que se encontra legalmente fixado em 30 mm, proposto aliás na sequência deste estudo e transposto para a Portaria n.º 1266/2004 de 1 de Outubro; a manutenção desta medida legislativa permite garantir uma boa capacidade de reprodução dos stocks, se os efectivos populacionais forem assegurados.

É importante lembrar que as épocas de defeso e a definição de tamanhos mínimos de captura são apenas algumas das muitas medidas de regulamentação do exercício da pesca. Destacam-se entre outras, a selectividade e eficiência das artes de pesca, a restrição do número de licenças de pesca, e a limitação de capturas ou do esforço de pesca.

Embora não tenha sido um dos objectivos iniciais do trabalho, verificámos que a captura do longueirão com adriça é um método eficiente, mas tem um impacte negativo sobre a espécie alvo. Muitos exemplares, especialmente os de menores dimensões, acabam por ficar feridos, estragados ou mortos, diminuindo ou anulando o seu valor comercial.

O Decreto Regulamentar n.º 43/87 de 17 de Julho, na redacção dada pelo Decreto Regulamentar n.º 7/2000 de 30 de Maio, que define as medidas nacionais de conservação e gestão dos recursos biológicos aplicáveis ao exercício da pesca em águas sob soberania e jurisdição nacionais, determina no seu artigo 53.º quais os métodos de pesca admitidos em águas interiores não marítimas, remetendo para portaria do membro do Governo responsável pelo sector das pescas o estabelecimento das disposições reguladoras das características das artes e condições de exercício da pesca por qualquer daqueles métodos.

Entre os vários métodos de pesca referidos no documento é indicada a “apanha”. Por apanha entende-se qualquer método de pesca que se caracteriza por ser uma actividade individual em que, de um modo geral não são utilizados utensílios especialmente fabricados para esse fim, mas apenas as mãos ou os pés, ou eventualmente um animal, sem provocar ferimentos graves nas capturas.

Sugerimos assim para a apanha deste bivalve, a utilização de sal comum ou de uma salmoura saturada. Este processo de captura, que consiste na introdução de sal nos orifícios produzidos pelos sifões do longueirão na superfície do sedimento, provoca a sua ascensão e subsequente captura.

Por dificultar o marisqueio em zonas submersas e por tornar o processo de captura mais lento, o sal comum não é normalmente utilizado pelos mariscadores na captura do longueirão, no entanto, demonstra ser um método mais “ecológico”, selectivo e sem impacte negativo na espécie alvo. Todos os exemplares são capturados vivos e sem danos, aumentando assim o seu tempo de conservação e o seu valor comercial. Além disso, este método permite que os exemplares de menores dimensões e sem valor comercial possam ser restituídos ilesos ao meio.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFIA

A.P.A., 2001. Agenda 2001. (ed.) APA – Administração do Porto de Aveiro.

AGUIERRE, M.P., 1973. Guia del Mariscador. Plan. Marisquero de Galicia, 249 pp.

ALBENTOSA, M., PEREZ-CAMACHO, A., BEIRAS, R., 1991. Evaluation of algal diets on the growth of spat clams (*Venerupis pullastra*). Seminário de Aquacultura Mediterrânica 91. Lisboa, I.N.I.P. (Publicações avulsas, nº 19).

ALCÂNTARA, F., ALMEIDA, M.A., 1988. Coliformes no Canal de Mira: comparação dos teores na água, no sedimento e em *Cardium edule*, L., variação geográfica e flutuação sazonal. In: *Rev. Biol. U. Aveiro*, vol. 2: 87-105.

AMARAL, M.J.R.S.B., 1995. Variação sazonal da actividade reprodutiva e da condição de *Venerupis decussata* (L., 1803) e *Venerupis pullastra* (Montagu, 1767) na Ria de Aveiro. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras. Universidade de Aveiro, 105 pp.

BARROSA, J.O., 1979. A Ria de Aveiro e a sua influência na economia da região. *Recursos Hídricos* 1 (3), 83-96.

BARROSA, J.O., 1985. Breve caracterização da Ria de Aveiro. In: *Jornadas da Ria de Aveiro. Vol. II. Recursos da Ria de Aveiro*. (ed.) Câmara Municipal de Aveiro, 9-14.

BARROSO, C.M.M., 1995a. Metodologia do estudo do crescimento de moluscos bivalves e gastrópodes. Aplicação a duas populações de gastrópodes prosobrânquios da Ria de Aveiro: *Hinia reticulata* (Linnaeus, 1758) e *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758). Trabalho de Síntese e Investigação Científica. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade de Aveiro, 80 pp.

BARROSO, C.M.M., 1995b. Determinação da “Chave Idade-Comprimento” e da equação de crescimento individual para uma população de *Spisula solida* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia) da zona costeira da região de Aveiro. Relatório de uma Aula Prática. (Nº 1 do Artigo 68º do Estatuto da Carreira Docente Universitária). Universidade de Aveiro, 71 pp.

BEUKEMA, J.J. & MEEHAN, B.W., 1985. Latitudinal variation in linear growth and other shell characteristics of *Macoma balthica*. *Marine Biology*, 90: 27-33.

BHATTACHARYA, C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.

BÓIA, C.M., 1985. Piscicultura no salgado de Aveiro. In: *Jornadas da Ria de Aveiro. Vol. II, Recursos da Ria de Aveiro*. (ed.) Câmara Municipal de Aveiro, 79 - 104.

BONARDELLI, J.C., HIMMELMAN, J.H., DRINKWATER, K., 1996. Relation of spawning of the great scallop, *Placopecten magellanicus*, to temperature fluctuations during downwelling events. *Marine Biology*, 124 (4): 637-649.

BORREGO, C., LUÍS, A., MARGALHA, J., 1996a. Estudo de Avaliação da Vulnerabilidade da Capacidade de Recepção das Águas e Zonas Costeiras em Portugal. Relatório 7.5 – Bases para um estatuto de protecção da Ria de Aveiro.

BORREGO, C., MOREIRA, M.H., FERNANDES, C.I., LUÍS, A.S., MORGADO, F., REBELO, J.E., CUNHA, M.R., 1996b. Estudo de Avaliação da Vulnerabilidade da Capacidade de Recepção das Águas e Zonas Costeiras em Portugal. Relatório 7.2 – Recursos vivos da zona costeira e seus habitats. Fauna do meio terrestre e aquático. Ria de Aveiro e Pateira de Fermentelos.

BORREGO, C., MOREIRA, M.H., FERNANDES, C.I., 1996c. Estudo de Avaliação da Vulnerabilidade da Capacidade de Recepção das Águas e Zonas Costeiras em Portugal. Relatório 7.3 – Recursos naturais na zona costeira e seus habitats. Ria de Aveiro e Pateira de Fermentelos.

BREY, T., MACKENSEN, A., 1997. Stable isotopes prove shell growth bands in the Antarctic bivalve *Laternula elliptica* to be formed annually. *Polar Biology*, 17: 465-468.

BRUZÓN, M., RODRÍGUEZ DE LA RÚA, A., ROMERO, Z., PRADO, M., 2000. Estudio de la población de muergos *Solen marginatus* (L., 1758) (Mollusca, Bivalvia) en el Bajo de la Cabezuela (Bahía de Cádiz, España). 3º Simpósio sobre a Margem Ibérica Atlântica, 25-27 de Setembro de 2000, Faro, Portugal.

CAMACHO, A.P., 1980. Biología de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) y *Venerupis decussata* (Linne, 1767), com especial referência a los factores determinantes de la producción. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, Tomo V, 281: 43-76.

CARNEIRO, M., MARTINS, R., REBORDÃO, F., SOBRAL, M., 2002. Contribuição para o conhecimento das artes de pesca utilizadas na Ria de Aveiro. Lisboa, I.P.I.M.A.R. (Publicações avulsas, n.º 8).

CERRATO, M.R., 2000. What fish biologists should know about bivalve shells. *Fisheries Research*, 46: 39-49.

CHÍCHARO, L., 1994. Moluscos Bivalves – Recursos Faunísticos. Relatório de uma aula prática.

CHOI, Y.H., CHANG, Y.J., 2003. Gametogenic cycle of the transplanted-cultured pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Bivalvia: Ptepiidae) in Korea. *Aquaculture*, 220: 781-790.

DAME, R.F., 1996. Ecology of Marine Bivalves. An Ecosystem Approach. CRC Marine Science Series (eds). Boca Raton, Florida, 254 pp.

DARRIBA, S., JUAN, F.S., GUERRA, A., 2004. Reproductive cycle of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865) in northwest Spain and its relation to environmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 311: 101-115.

DAVIDSON, L.A., LANTEIGNE, M., NILES, M., 1993. Timing of the gametogenic development and spawning period of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 1935.

De La HUZ, R., LASTRA, M., LÓPEZ, J., 2002. The influence of sediment grain size on burrowing, growth and metabolism of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae). *Journal of Sea Research*, 47: 85-95.

DUINKER, A., SAOUT, C., PAULET, Y.M., 2000. Effect of photoperiod on conditioning of the great scallop. *Aquaculture International*, 7 (6): 449-457.

FERNANDES, C.I.G., 1995. A Águia-sapeira (*Circus aeruginosus*) na Ria de Aveiro: população, reprodução, caça, selecção de habitat e invernada. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras. Universidade de Aveiro, 135 pp.

FIGUERAS, A., 1956. Moluscos de las playas de la Ria de Vigo. Ecología e distribución. *Investigación Pesquera*, 5: 51-88.

FIORI, S.M., MORSÁN, E.M., 2004. Age and individual growth of *Mesodesma mactroides* (Bivalvia) in the southernmost range of its distribution. *Journal of Marine Science*, 61: 1253-1259.

FRÍAS-ESPERICUETA, M.G., OSUNA-LÓPEZ, J.I., PÁEZ-OSUNA, F., 1999. Gonadal maturation and trace metals in the mangrove oyster *Crassostrea corteziensis*: seasonal variation. *The Science of the Total Environment*, 231: 115-123.

FUJIKURA, K., OKOSHI, K., NAGANUMA, T., 2003. Strontium as a marker for estimation of microscopic growth rates in a bivalve. *Marine Ecology Progress Series*, 257: 295-301.

GASPAR, M.B., RICHARDSON, C.A., MONTEIRO, C.C., 1994. The effects of dredging on shell formation in the razor clam *Ensis siliqua* from Barrinha, southern Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74: 927-938.

GASPAR, M.B., CASTRO, M., MONTEIRO, C.C., 1995. Age and growth rate of the clam, *Spisula solida* L., from a site off Vilamoura, south Portugal, determined from acetate replicas of shell sections. *Scientia Marina*, 59: 87-93.

GASPAR, M.J.B., 1996. Bivalves do Litoral Oceânico Algarvio. Aspectos da Biologia, Ecologia e da Pescaria dos Mananciais de Interesse Económico: Aplicação à Gestão dos Recursos. Dissertação apresentada à Universidade do Algarve para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Mar, Especialidade ciências e Tecnologias das pescas. Universidade do Algarve, Faro, 282 pp.

GASPAR, M.B., SANTOS, M.N., VASCONCELOS, P., MONTEIRO, C.C., 2002. Shell morphometric relationships of the most common bivalve species (Mollusca: Bivalvia) of the Algarve coast (southern Portugal). *Hydrobiologia*, 477: 73-80.

GIMAZANE, JEAN-PIERRE, 1971. Introduction à l'Étude Expérimentale du Cycle Sexuel d'un Molusque Bivalve *Cardium edule* L. Analyse des populations, évolution de la gonade et action de quelques facteurs : nutrition, température, photopériode. Thèse présentée à l'Université de Caen pour obtenir le diplôme de Docteur de Spécialité en Océanographie. Université de Caen, Caen, 108 pp.

GRANT, J., 1996. The relationship of bioenergetics and the environment to the field growth of cultured bivalves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 200: 239-256.

GRASSÉ, PIERRE-P., 1960. Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, BIOLOGIE. Bryozoaires, Brachiopodes, Chétognathes, Pogonophoros, Molusques, (Generalités, Aplacophorores, Polyplacophores, Monoplacophores, Bivalves). Tome V, Fascicule II. Editeurs Masson et Cie, Paris.

GUERREIRO, J.A. & RAFAEL, T., 1995. Growth and production of *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) in the Mira estuary (Portugal). *Portugaliae Zoologica*, vol. 3 (2).

HENRIQUES, M.A.R., 1998. Manual de Aquacultura. (ed.) Maria Armanda Reis Henriques. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Universidade do Porto, Porto.

JOHANNESSEN, O.H., 1973. Population structure and individual growth of *Venerupis pullastra* (Montagu) (Lamellibranchia). *Sarsia*, 52: 97-116.

KAISER, M.J., RAMSAY, K., RICHARDSON, C.A., SPENCE, F.E., BRAND, A.R., 2000. Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure. *Journal of Animal Ecology*, 69: 494-503.

KELLER, N., DEL PIERRO, D., LONGINELLI, A., 2002. isotopic composition, growth rates and biological behaviour of *Chamelea gallina* and *Callista chione* from the Gulf of Trieste (Italy). *Marine Biology*, 140: 9-15.

KESLER, D.H. & DOWNING, J.A., 1997. Internal sheel annuli yield inaccurate growth estimates in the freshwater mussels *Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata*. *Freshwater Biology*, 37: 325-332.

KING, M., 1995. Fisheries Biology. Assessement and Management. Fishing News Books (eds.). Oxford, 341 pp.

KÜKENTHAL, W., MATTHES, E., RENNER, M., 1986. Guia de Trabalhos Práticos de Zoologia. Livraria Almedina (eds.). Coimbra, 539 pp.

LAUDIEN, J., BREY, T., ARNTZ, W.E., 2003. Population structure, growth and production of the surf clam *Donax serra* (Bivalvia, Donacidae) on two Namibean sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58: 105-115.

LOMOVASKY, B.J., BREY, T., MORRICONI, E., CALVO, J., 2002. Growth and production of the venerid bivalve *Eurhomalea exalbida* in the Beagle Channel, Tierra del Fuego. *Journal of Sea Research*, 48: 209-216.

LOMOVASKY, B.J., BREY, T., MORRICONI, E., 2005. Population dynamics of the veneridae bivalve *Tawera gayi* (Hupé, 1854) in the Ushuaia Bay, Beagle Channel. *Journal of Appl. Ichthyology*, 21: 64-69.

LUÍS. A.M.S., 1989. Limícolas na Ria de Aveiro. Trabalho de Síntese e Investigação Científica. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade de Aveiro, 69 pp.

LUÍS. A.M.S., 1998. Influência de factores naturais e humanos nas limícolas (Aves, Charadrii) invernantes na Ria de Aveiro, com especial referência ao Pilrito-comum (*Calidris alpina* L.). Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Biologia. Universidade de Aveiro, 222 pp.

LUTZ, R.A., RHOADS, D.C., 1977. Anaerobiosis and a theory of growth line formation. *Science*, 198: 1222-1227.

MACEDO, M.C., MACEDO, M.I., BORGES, J.P., 1999. Conchas Marinhas de Portugal. Verbo, 497 pp.

MARQUES, L.F., CRUZ, M.M., MOREIRA, M.H., RUA, J.M., REBELO, J.E., LUÍS, A.S., CUNHA, M.R., BARROSO, C.M., PINHO, R.M. & MARQUES, A.M., 1993. Estudo de impacte ambiental do projecto de desassoreamento da Ria de Aveiro (1ª fase). Preparado para a Junta Autónoma do Porto de Aveiro.

MARSDEN, I.D., 2004. Effects of reduced salinity and seston availability on growth of the New Zealand little-neck clam *Austrovenus stutchburyi*. *Marine Ecology Progress Series*, 266: 157-171.

MARTINS., F.M.C.P.F., 1997. Políticas de Planeamento, Ordenamento e Gestão Costeira. Contributo para uma discussão metodológica. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor no ramo das Ciências Aplicadas ao Ambiente. Universidade de Aveiro, 270 pp.

MASSAPINA, C. & ARROBAS, I., 1991. Alguns dados sobre a cultura da amêijoia-macha (*Venerupis pullastra*). Seminário de aquacultura mediterrânica 91. Lisboa, I.N.I.P. (Publicações avulsas, n.º 19).

MEJUTO, J., 1984. Primeros datos sobre la dinámica de la población de *Venerupis pullastra* (Montagu) de la Ria do Pasage (NW de Galicia). Estratégias de explotación. *Actas do IV Simpósio Ibérico de estudos do Benthos Marinho*. Lisboa, 21-25 de Maio, 2: 71-81.

MENEGHETTI, F., MOSCHINO, V., DA ROS, L., 2004. Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, 240: 473-488.

METAXATOS, A., 2004. Population dynamics of the veneri bivalve *Callista chione* (L.) in a coastal area of the eastern Mediterranean. *Journal of Sea Research*, 52: 293-305.

MORALES, J.C., 1983. Acuicultura Marina Animal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 670 pp.

MOREIRA, M.H., 1992. Importância Ecológica das Zonas Húmidas. Departamento de Biologia – Universidade de Aveiro. Aveiro, 17 pp.

MOREIRA, M.H, QUEIROGA, H., MACHADO, M.M., CUNHA, M.R., 1993. Environmental gradients in a southern Europe estuarine system: Ria de Aveiro, Portugal. Implications for soft bottom macrofauna colonization. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 27 (2-4): 465-482.

MORTON, B., 1983. Feeding and digestion in bivalvia. Sauleudin, A.S. & Wilbur, K.M. (eds.). *The Mollusca*. Vol. 5. Academic Press, 65-147.

NETO, J.M.M.S., 1998. Os passeriformes paludícolas do caniçal de Salreu, Ria de Aveiro. Dinâmica anual, distribuição vertical, impacto do corte de vegetação e migração. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de mestre em Ciências das Zonas Costeiras. Universidade de Aveiro, 65 pp.

NEWELL, C.R. & HIDU, H., 1982. The effects of sediment type on growth rate and shell allometry in the soft shelled clam *Mya arenaria* (L). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 65: 285-295.

OJEA, J., PAZOS, A.J., MARTÍNEZ, D., NOVOA, S., SÁNCHEZ, J.L., ABAD, M., 2004. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of *Ruditapes decussatus* in relation to the gametogenic cycle. *Aquaculture*, 238: 451-468.

OLIVEIRA, O., 1988. Origens da Ria de Aveiro. (ed.) Câmara Municipal de Aveiro. Aveiro, 61 pp.

OSHIMA, K., SUZUKI, N., NAKAMURA, M., SAKURAMOTO, K., 2004. Shell growth and age determination of the brackish water bivalve *Corbicula japonica* in the Lake Shinji, Japan. *Fisheries Science*, 70: 601-610.

PAZOS, J.A., ROMÁN, G., ACOSTA, C.P., ABAD, M., SÁNCHEZ, J.L., 1996. Stereological studies on the gametogenic cycle of the scallop, *Pecten maximus*, in suspended culture in Ria de Arousa (Galicia, NW Spain). *Aquaculture*, 142: 119-135.

PEREIRA, M.E., 1996. Distribuição, reactividade e transporte do mercúrio na Ria de Aveiro. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Química, especialidade de Química Analítica. Universidade de Aveiro, 284 pp.

PILDITCH, C.A., GRANT, J., 1999. Effect of temperature fluctuations and food supply on the growth and metabolism of juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus*). *Marine Biology*, 134: 235-248.

PINHO, P., PIRES, A.R., ANDERSON, T., MARQUES, P., MOREIRA, H., PEREIRA, A., LUÍS, A., SILVA, M.H., MOURA, A., POÇAS, M., DUARTE, A., AMADO, F., HORTA, P. & COSTA, C., 1989. Estudo de impacte ambiental e sócio-económico do projecto de desenvolvimento agrícola do Baixo Vouga Lagunar. Preparado para a Direcção-Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola.

PINHO, P., MOREIRA, H., COSTA, C., BEATO, C., MARGALHA, J., REBELO, J.E., LUÍS, A.M.S., CUNHA, M.R., BARROSO, C.M.M. & PINHO, M.F.P., 1992. Estudo de impacte ambiental do estudo prévio da marina da Barra. Análise dos recursos biológicos, qualidade do ambiente e infraestruturas. Relatório de síntese elaborado para a Impacte, Ambiente e Desenvolvimento Lda. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro; Paulo Pinho, Estudos e Projectos de Planeamento e Ambiente Lda., Novembro de 1992.

PRITCHARD, D.W., 1967. Observations of circulation in coastal plain estuaries. In: G.H. Lauff (ed.), Estuaries. American Association for the Advancement of Science, Publication n.º 83. Washington, D.C., 37-44.

QUEIROGA, H.J.B.B., 1995. Processos de dispersão e recrutamento das larvas do caranguejo *Carcinus maenas* (L.) na Ria de Aveiro. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Biologia. Universidade de Aveiro, 268 pp.

RAFAEL, M.T.M.A.P., 1991. Contribuição para o estudo da biologia de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) (Mollusca, Bivalvia). Relatório de estágio de licenciatura. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Departamento de Zoologia e Antropologia, 136 pp.

RAMÓN, M., RICHARDSON, C.A., 1992. Age determination and shell growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) in the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 89: 15-23.

RAMSAY, K., KAISER, M.J., RICHARDSON, C.A., VEALE, L.O., BRAND, A.R., 2000. Can shell scars on dog cockles (*Glycymeris glycymeris* L.) be used as an indicator of fishing disturbance? *Journal of Sea Research*, 43: 167-176.

REBELO, J.E., 1993. A ictiofauna da Ria de Aveiro e o período lagunar do ciclo de vida do robalo *Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Biologia. Universidade de Aveiro, 179 pp.

REIS, A., 1985. Recursos biológicos da Ria de Aveiro. In: *Jornadas da Ria de Aveiro. Vol. II, Recursos da Ria de Aveiro.* (ed.) Câmara Municipal de Aveiro, 203-220.

RICHARDSON, C.A., COLLIS, S.A., EKARATNE, K., DARE, P., KEY, D., 1993. The age determination and growth rate of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, in British waters determined from acetate peels of umbo growth lines. *Journal of Marine Science*, 50: 493-500.

RICHARDSON, C.A., PEHARDA, M., KENNEDY, H., KENNEDY, P., ONOFRI, V., 2004. Age, growth rate and season of recruitment of *Pinna nobilis* (L) in the Croatian Adriatic determined from Mg:Ca and Sr:Ca shell profiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299: 1-16.

ROCHA, A.P.N.C., 1995. Produção de amêijoia-boia, *Ruditapes decussatus* (L.), em aquacultura na Ria de Aveiro: Interações ambientais e auto-poluição. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras. Universidade de Aveiro, 116 pp.

RODRÍGUEZ-MOSCOSO, E., ARNAIZ, R., MOSQUERA, G., CERVIÑO, A., RUA, N., 1996. Gametogénese, reservas energéticas y desarrollo larvario en el longueirón, *Solen marginatus* (Pennant, 1777). IX S. Ibérico Est. Bentos Marino, 164-165.

RODRÍGUEZ-RÚA, A., PRADO, M.A., ROMERO, Z., BRUZÓN, M., 2003. The gametogenic cycle of *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) (Mollusc: Bivalve) in Guadalquivir Estuary (Cádiz, SW Spain). *Aquaculture*, 217: 157-166.

RUANO, F., 1985. Patologia de três espécies bivalves com interesse comercial na Ria de Aveiro. In: *Jornadas da Ria de Aveiro. Vol. II, Recursos da Ria de Aveiro.* (ed.) Câmara Municipal de Aveiro, 177-186.

RUANO, F., BRITO, B.G., NUNES, M.C., CARNEIRO, A., 1988. Ensaio de certificação de um tanque experimental de depuração de bivalves. Lisboa, *I.P.I.M.A.R.* (Relatórios Científicos e Técnicos, n.º 31).

RUEDA, J.L., SMAAL, A.C., 2004. Variation of the physiological energetics of the bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) within an annual cycle. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 301: 141-157.

RUPPERT, E., BARNES, R.D., 1991. Invertebrate Zoology. Saunders College Publishing, 423-449.

SANCHES, J.G., 1992. Guia para identificação do pescado de Portugal submetido a tamanho mínimo de captura. Lisboa, *I.N.I.P.* (Publicações avulsas, n.º 18).

SANTOS, A., CASTRO, J., RAIMUNDO, L., 1986. O canal de Tavira (“Ria” formosa – Algarve): Caracterização geral do meio e análise da estrutura, dinâmica e produção das populações de *Cerastoderma edule* (L.), *Solen marginatus* MONTAGU e *Spisula solida* (L.). Relatório de estágio científico. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Zoologia e Antropologia. Laboratório Marítimo da Guia.

SCHÖNE, B.R., GIERE, O., 2005a. Growth increments and stable isotope variation in shells of the deep-sea hydrothermal vent bivalve mollusc *Bathymodiolus brevior* from the North Fiji Basin, Pacific Ocean. *Deep-Sea Research*, article in press.

SCHÖNE, B.R., DUNCA, E., FIEBIG, J., PFEIFFER, M., 2005b. Mutvei’s solution: An ideal agent for resolving microgrowth structures of biogenic carbonates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, article in press.

SCHÖNE, B.R., TANABE, K., DETTMAN, D.L., SATO, S., 2003. Environmental controls on shell growth rates and $\delta^{18}\text{O}$ of the shallow-marine bivalve mollusc *Phacosoma japonicum* in Japan. *Marine Biology*, 142: 473-485.

SEJR, M.K., JENSEN, K.T., RYSGAARD, S., 2002. Annual growth bands in the bivalve *Hiatella arctica* validated by a mark-recapture study in NE Greenland. *Polar Biology*, 25: 794-796.

SILVA, J.F., 1985. O Moliço da Ria de Aveiro. In: *Jornadas da Ria de Aveiro. Vol. II, Recursos da Ria de Aveiro.* (ed.) Câmara Municipal de Aveiro, 223-251.

SILVA, J.J.F., 1994. Circulação da Água na Ria de Aveiro. Contribuição para o Estudo da Qualidade da Água. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, 161 pp.

SOBRAL, M.P., VIEIRA, F., SOBRAL, V., 2000. Zonas de produção de moluscos bivalves da Ria de Aveiro. Lisboa, *I.P.I.M.A.R.* (Divulgação, n.º 12).

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J., 1987. Introduction to Biostatistics. W.H. Freeman, New York, 363 pp.

SPIEGEL, M.R., 1985. Estatística. Schaum Macgraw-Hill, São Paulo/Brasil, 454 pp.

STORER, T.I., USINGER, R.L., 1965. General Zoology. McGraw-Hill Book Company, New York.

TANAKA, S., 1962. A method of analysing a polymodal frequency distribution and its application to the length curve of the porgy, *Taia tunifrons*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 19 (6): 1143-1159.

TEBBLE, N., 1966. British Bivalve Seashells – A handbook of identification. Trustees of the British Museum (Natural History), London.

URBAN, H.-J., 2000. Culture potencial of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, 189: 361-373.

URBAN, H.J., 2002. Modelling growth of different developmental stages in bivalves. *Marine Ecology Progress Series*, 238: 109-114.

URRUTIA, M.B., IBARROLA, I., IGLESIAS, J.I.P., NAVARRO, E., 1999. Energetics of growth and reproduction in a high-tidal population of the clam *Ruditapes decussatus* from Urdaibai Estuary (Basque Country, N. Spain). *Journal of Sea Research*, 42: 35-48.

VICENTE, C.M., 1985. Caracterização hidráulica e aluvionar da Ria de Aveiro. Utilização de modelos hidráulicos no estudo dos problemas da Ria. In: *Jornadas da Ria de Aveiro. Vol. III. Ordenamento da Ria de Aveiro.* (ed.) Câmara Municipal de Aveiro, 223-251.

VIEIRA, A.M.F., 1989. Adaptação à natureza de duas espécies de amêijoas *Ruditapes decussatus* e *Venerupis pullastra* produzidas em laboratório. *Açoreana*, 7 (1): 209-213.

VILELA, H., 1941. Notas sobre a biologia da amêijoas (*Tapes decussatus* L.) - I: Crescimento. *Travaux de la Station de Biologie Maritime de Lisbonne*, n.º 47.

VÍLIA, P., MASSAPINA, C., DINIS, T., 1991. Dados preliminares sobre a predação de juvenis de *Venerupis pullastra* por *Carcinus maenas*. Seminário de Aquacultura Mediterrânica 91. Lisboa, *I.N.I.P.* (Publicações avulsas, n.º 19).

VILLALBA, A., CARBALLAL, M. J., LOPEZ, M.C., 1993. Estudio del ciclo gonadal de tres especies de almeja, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis pullastra* y *Venerupis rhomboides* de las rias Gallegas. *Actas IV Congreso Nacional Acuicultura*, 341-346.

ANEXO



Figura 1. Adriça. Arte de pesca utilizada na Ria de Aveiro e neste trabalho na captura de longueirão.



Figura 2. Cabrita ou berbigoeira. Arte de pesca utilizada na Ria de Aveiro na captura de amêijoas-macha.



Figura 3. Ganchorra. Arte de pesca utilizada neste trabalho na captura de amêijoa-macha.



Figura 4. Pá ou Pachil. Utensílio de apanha de isco (casulo) na Ria de Aveiro. Arte de pesca utilizada neste trabalho na captura de exemplares juvenis de longueirão.

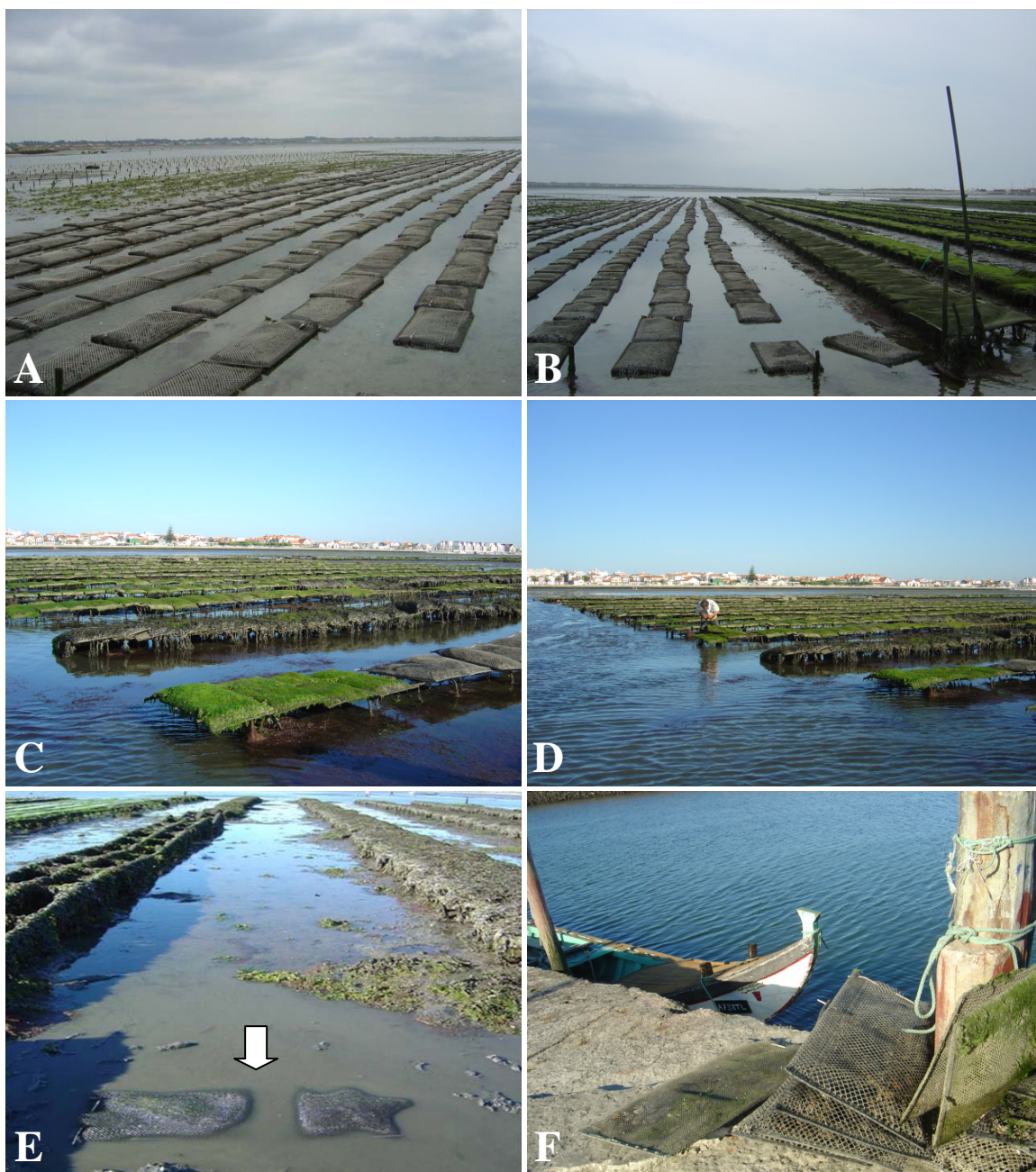


Figura 5. Canal de Mira. A, B, C e D – Área concessionada para o cultivo de ostras; E – Local onde se efectuou a experiência de crescimento em cativo de *Venerupis pullastra*; F – Cestas de rede utilizadas no cultivo de ostra.

MODO DE PREPARAÇÃO DE ALGUNS REAGENTES

Preparação do fixador Líquido de San Felice:

Solução aquosa de óxido de crómio a 1%.....	16 partes
Formol a 4%.....	8 partes
Ácido acético glacial.....	1 parte

Preparação da solução de água albuminada:

Colocar uma clara de ovo num copo e agitar vigorosamente, de seguida filtrar o preparado e adicionar uma pequena pedra de timol. Dissolver 14 gotas do preparado em 50 ml de água destilada.

Preparação do Azul de Toluidina:

Diluir 1g de bórax em 100 ml de água destilada (agitar no vórtex). Adicionar posteriormente 1g de azul de toluidina e homogeneizar a solução.